

Agriculture Canada

Direction générale de la recherche / Research Branch

Bulletin technique 1990-2F

AGRICULTURE CANADA
CODE MAR - 6 1990 NO. 13
LIBRARY/BIBLIOTHEQUE OTTAWA K1A 0C5

IRRIGUE

Manuel de l'utilisateur pour la gestion informatisée de l'irrigation

630.72
C759
C 90-2
Fr.
c. 3

Canada

Digitized by the Internet Archive
in 2013

http://archive.org/details/irriguemanueldel19902bois

IRRIGUE
Manuel de l'utilisateur pour la gestion informatisée de l'irrigation

J.B. BOISVERT, A. BOOTSMA, L.M. DWYER, D. BREWIN
Centre de recherches sur les terres
Ottawa (Ontario)

Bulletin technique 1990-2F
Centre de recherches sur les terres contribution 87-39F

Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
1990

On peut obtenir des exemplaires de ce bulletin
à l'adresse suivante
Directeur
Centre de recherches sur les terres
Direction générale de la recherche
Agriculture Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0C6

Production par le Service aux programmes de recherche

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
N° de cat. A54-8/1990-2F
ISBN 0-662-95839-X

Also available in English under the title
IRRIGATE User guide for irrigation management by computer

Illustration de la couverture
Les points sur la carte indiquent
les établissements de recherche
d'Agriculture Canada.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES

PREFACE

Le logiciel décrit dans ce guide est la version BASIC pour micro-ordinateur du bilan hydrique des sols (VB4) développé initialement par W. Baier et G.W. Robertson de la section d'agrométéorologie d'Agriculture Canada. Il existe aussi une version Fortran pour IBM-PC, VAX et IBM-370. Pour plus d'informations sur les aspects théoriques de l'irrigation ou du modèle de base, on peut consulter Dyer et Mack (1984) ou Hobbs et Krogman (1983).

Cette version a été conçue principalement pour être utilisée dans la gestion quotidienne de l'eau d'irrigation. C'est un outil complémentaire à la prise de décision permettant de juger l'importance et la fréquence des stress survenus pendant la saison de croissance. Sa caractéristique la plus intéressante est de donner un estimé du nombre de jours avant qu'une irrigation soit requise. De plus, elle peut fournir des estimés de l'état hydrique d'un sol sur l'ensemble du profil et du déficit prévalant sur l'épaisseur de sol contenant des racines. Elle peut tenir compte de plusieurs champs, chacun possédant une culture spécifique, irriguée ou non, et un profil de sol particulier.

Ce logiciel a été d'abord evalué chez des producteurs de pommes de terres dans plusieurs localités du Québec. Par suite de demandes spécifiques, son champ d'application a été étendu à d'autres cultures et d'autres provinces.

Il est ressorti des tests menés chez des producteurs que la phase d'initialisation du logiciel s'avère critique dans la décision d'utiliser cette technique à la ferme. En effet, certains concepts comme la réserve utile du sol, la capacité au champ, le point de flétrissement, les coefficients des cultures peuvent demeurer nébuleux pour certains même après une lecture sérieuse de ce document. Dans ce cas, nous conseillons aux intéressés de contacter leur agronome local qui saura répondre à leurs questions et leur indiquer la procédure à suivre pour obtenir les analyses de sol pertinentes.

Les auteurs remercient les producteurs et les agronomes qui ont participé à l'évaluation de ce logiciel. Par ordre alphabétique: Mario Arcand, Bruno Bélanger, Hélène Boisvert, Fernando et Gaston Bouchard, Les Entreprises Salomé, Lucie et René Deschambault, Vital Dolbec, Rémi Fortin, Sylvain Laurin, Madeleine Lemay, J.-Guy Richard et Jacques Rioux. Nous remercions Dr. R. de Jong, Dr. P. Rochette et K. Samuel pour leurs commentaires judicieux lors de la révision du guide.

Nous voulons aussi remercier Yvon Brochu et Paul Lamb du MAPAQ et Lynne Houwing et Doug Balchin d'Agriculture Canada pour leur support technique ainsi que le service informatique du Centre de Recherches sur les Terres et l'unité agrométéorologique du Bureau des Prévision du Québec (SEA) pour le traitement des données climatologiques.

COMMENT UTILISER CE GUIDE

Il n'est pas nécessaire de lire tout ce guide pour utiliser le logiciel. Après s'être assuré d'avoir l'équipement adéquat pour faire fonctionner le programme (section 2.1), on peut tout de suite sauter à la deuxième partie et suivre les instructions étape par étape, à l'aide de l'exemple fourni avec le logiciel. L'annexe A donne les définitions des termes techniques.

Avant d'utiliser le logiciel dans une situation réelle, il faut lire attentivement la section 2.2 de la première partie pour connaître les données à fournir au logiciel "IRRIGUE".

Au cours de la saison, il est fortement suggéré de lire la section 2.3 de la première partie afin de s'assurer que le logiciel fonctionne de façon réaliste et que les résultats fournis sont fiables.

Lorsque l'on est suffisamment familier avec le logiciel et le principe du bilan hydrique, on prendra intérêt à lire la section 3.0 de la première partie qui explique d'autres applications du logiciel.

Un modèle étant la représentation simplifiée d'une réalité complexe, les limites sont détaillées à la section 4.0 de la première partie. L'annexe D explique la structure des fichiers utilisés par le logiciel.

PREMIÈRE PARTIE: GÉNÉRALITÉS

1.0 INTRODUCTION

Si le recours à un système d'irrigation permet de réduire, sinon d'éviter, les problèmes résultant d'un stress hydrique dans les cultures, c'est la bonne gestion du système qui permettra de réduire les coûts associés à l'irrigation et d'augmenter les profits.

La gestion d'un système d'irrigation consiste à prévoir le moment où la culture souffrira d'un stress hydrique afin de démarrer le système de façon à ce que le ou les champs concernés reçoivent à temps l'eau dont ils ont besoin, tout en évitant les excès.

L'eau que la plante utilise provient essentiellement de la réserve en eau du sol: c'est la quantité d'eau qu'un sol peut contenir et qui est disponible à la culture. Cette réserve varie avec le sol et le système racinaire de la plante.

La gestion du système se fait donc par le suivi de la réserve en eau du sol. Le meilleur moment pour irriguer est celui où la réserve atteint un certain seuil critique, ce seuil variant avec le sol, la culture et les caractéristiques du système d'irrigation.

Parmi les méthodes utilisées pour déterminer le moment où une irrigation est requise, on note la méthode visuelle, la méthode instrumentale et le bilan hydrique. La méthode visuelle consiste à observer l'état des plants. La méthode instrumentale, qui inclut des techniques de mesures comme la gravimétrie ou des instruments comme les tensiomètres, la sonde à neutron, les blocs de gypse et le TDR fournit une information précise, ponctuelle mais pas nécessairement représentative du champ. Cependant ces 2 méthodes ne permettent pas, à elles seules, d'évaluer la consommation actuelle ou future de la plante, de prévoir la prochaine irrigation ou d'évaluer les besoins à long terme en matière de système d'irrigation.

La troisième méthode consiste à faire un bilan de la réserve en eau du sol a l'aide de données climatiques. Elle est basée sur la mesure de la pluie tombée et un estimé de l'évaporation. Lorsque la pluie est inférieure à l'évaporation, on irrigue pour combler la différence. On peut améliorer cette méthode en tenant compte du type de sol et de la consommation réelle de l'eau par la plante (l'évapotranspiration). Cette consommation varie selon le stade, l'enracinement et le stress subit par la plante. Les calculs sont alors plus longs et il devient avantageux d'utiliser un logiciel.

En employant conjointement le logiciel avec des techniques de mesures d'humidité du sol, on obtiendra un outil flexible bien adapté à son sol et ses cultures.

2.0 EXIGENCES DE BASE

2.1 Ordinateur et composantes physiques

La présente version fonctionne sur IBM-PC et sur micro compatible IBM-PC. Un lecteur de disquette est essentiel. La version BASIC exécutable requiert environ 65K de mémoire interne.

2.2 Données de base à fournir au logicial

La précision et la fiabilité du logiciel reposent sur les valeurs des paramètres décrivant les caractéristiques du sol et des plantes. Le logiciel ne peut pas être meilleur que l'information qu'on lui donne.

Il est nécessaire de fournir au logiciel, un minimum d'information de base. Ces données, résumées au tableau 1, caractérisent le champ et la culture. Il y a quatre classes d'information: pédologique, phénologique, météorologique et d'irrigation.

DONNÉES PÉDOLOGIQUES:

Ces données sont introduites une fois au début de la saison. Elles décrivent les caractéristiques pédologiques du champ, principalement dans la zone des racines. Si on retrouve plusieurs types de sol, il faut alors connaître les caractéristiques pour chaque type. Les principales informations requises sont:

- la capacité au champ (%): le contenu en eau qui demeure dans le sol après qu'il ait été saturé par la pluie ou l'eau d'irrigation et que le drainage libre ait cessé. Techniquement, c'est le pourcentage d'eau qui demeure dans le sol après avoir appliqué une pression de 1/3 atm.

- le point de flétrissement permanent (%): contenu en eau d'un sol lorsque les plantes flétrissent et ne peuvent plus retrouver leur turgescence quand placées dans un milieu sombre et humide. On l'obtient approximativement en laboratoire après avoir appliqué une pression de 15 atm.

- l'humidité du sol à saturation (%): contenu en eau du sol lorsque tous les pores (habituellement remplis d'air) sont saturés d'eau.

La figure 1 permet de choisir ces valeurs en fonction du type de sol, si des analyses ne sont pas disponibles.

De plus, il faut initialiser le bilan hydrique en fournissant l'état hydrique du sol à une date donnée. Les calculs de bilan se feront toujours à partir de cette date. Quand aucune mesure d'humidité du sol n'est disponible, on peut fixer cette date le jour qui suit une bonne pluie lorsque le sol est à sa valeur de capacité au champ.

L'humidité du sol à saturation, la capacité au champ et le point de flétrissement s'expriment sur une base de poids (g d'eau/g de sol) ou de volume (cm3 d'eau/cm3 de sol). Cependant, les mêmes unités doivent être utilisées pour toutes les valeurs d'humidité du sol.

TABLEAU 1: Liste des données de base à fournir à "IRRIGUE"

PEDOLOGIE
Capacité au champ (%)
Point de flétrissement permanent (%)
Valeur à saturation (%)
Humidité du sol à une date précise (%)
METEOROLOGIE
Température maximale quotidienne (^{o}C)
Température minimale quotidienne (^{o}C)
Précipitation quotidienne (mm)
PHENOLOGIE
Date de semis, de plantation ou de départ de la végétation
Stades selon la culture
Récolte ou fin de la saison d'irrigation
IRRIGATION
Date de l'irrigation
Quantité d'eau (mm) ajoutée au sol par irrigation

40
30
20
10
0
humidite du sol (g/g)
saturation
eau excedentaire
enlever par drainage et
reesuyage
capacité au champ
Accroissement de
l'eau utile due a
l'humus (4-8% m.o)
eau utile a la plante
point flétrissement permanent
eau non disponible a la plante
sable
sable loameux
loam sableux
loam
loam limoneux
loam argileux
argile sableuse
argile

Figure 1. Caractéristiques pédologiques des sols selon différentes textures.
Source: Côté, D., 1986.

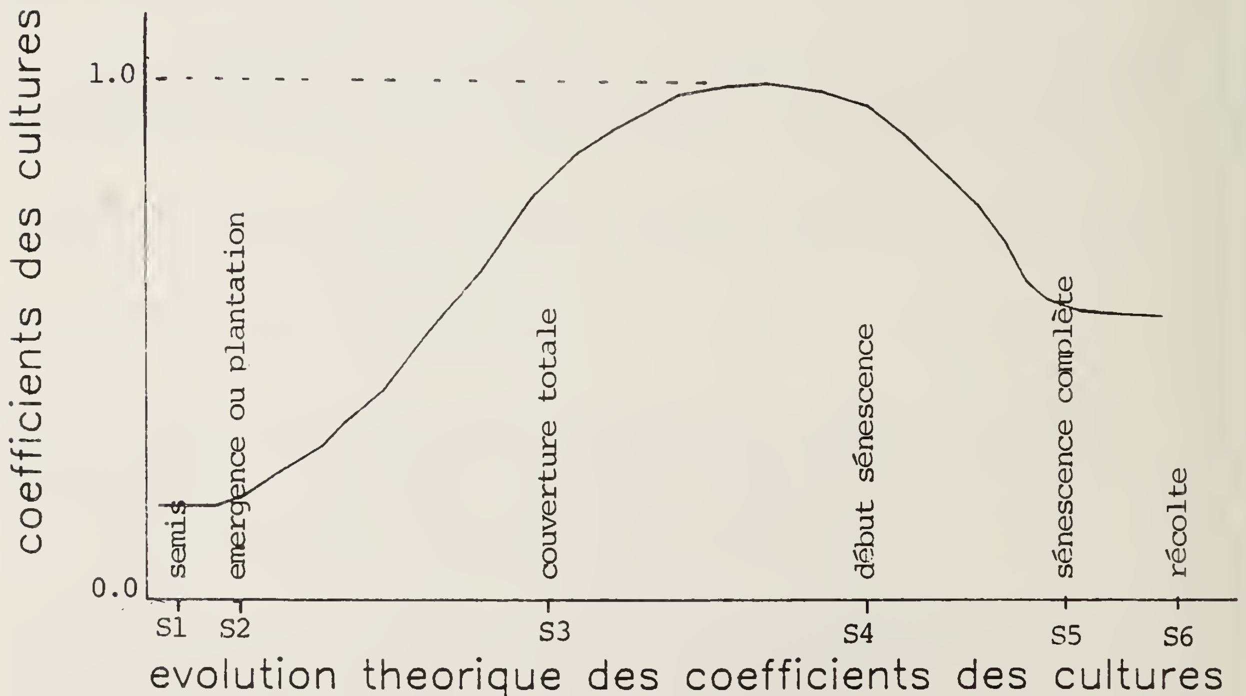


Figure 2. Schéma théorique de l'évolution des coefficients culturaux avec le stade. Le maximum se situe à 1.0 mais peut varier avec les plantes. S1..S6: stades à définir dans le logiciel.

DONNÉES PHÉNOLOGIQUES:

Les données phénologiques requises sont les dates de semis, de plantation ou de départ de végétation ainsi que les dates d'apparition des principaux stades phénologiques: ces dates sont liées à la profondeur d'enracinement, au % de couvert végétal, et aux besoins en eau des plantes, besoins qui varient avec le stade. Pour chaque stade où les besoins de la plante changent, on définit un coefficient. Le logiciel fera une interpolation entre 2 dates. Les fluctuations des coefficients ressemblent à la courbe standard présentée à la figure 2. Selon cette figure, cinq stades pourraient être définis pour décrire la courbe. Au moins un stage doit être défini. On peut tenir compte de plusieurs récoltes.

DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET IRRIGATION:

Les paramètres météorologiques à connaître pour chaque jour sont la température maximale (Celsius), la température minimale (Celsius), et la précipitation (mm). Les températures peuvent être mesurées à la ferme ou provenir d'une station climatologique voisine. Les précipitations doivent être mesurées le plus près possible du champ à irriguer.

Les mesures à la ferme des températures et précipitations devraient être faites en utilisant l'équipement standard tel qu'approuvé par le Service de l'environnement atmosphérique. Ainsi, les températures sont prises dans des abris couverts situés à 1.3 m au-dessus du sol. Les pluviomètres doivent être horizontaux et refléter les quantités d'eau reçues par le champ à irriguer.

L'apport d'eau supplémentaire par irrigation doit être mesuré et fourni au logiciel en mm d'eau. Cette mesure peut se faire en plaçant dans le champ, au moment de l'irrigation, un pluviomètre ou tout autre contenant équivalent. Cependant, la distribution de l'eau d'irrigation n'est pas uniforme. Le vent, le relief et le couvert végétal peuvent influencer sa répartition.

2.3. Comment utiliser un logiciel d'irrigation

Dès que l'on dispose des données minimales requises, on peut faire fonctionner le logiciel. D'abord on procède à l'initialisation en fournissant les données pédologiques et phénologiques. Puis on introduit les données météorologiques quotidiennes. On obtient alors pour chaque jour la réserve en eau du sol et les prévisions d'irrigation.

Pour obtenir des résultats satisfaisants, il faut valider et ajuster le logiciel à la ferme. Valider veut dire: s'assurer par des mesures que les estimés du logiciel correspondent à la situation réelle au champ. Il est donc fortement recommendé de prendre certaines mesures au champ afin de vérifier le programme dans les conditions mêmes de son utilisation. Gallichand et Brochu (1983) expliquent quelques techniques. La plus commune est la gravimétrie. Les mesures doivent correspondre à ce que le programme estime. De larges écarts devraient inciter à chercher le paramètre fautif.

On calibre le logiciel en utilisant une méthode par essais et erreurs: pour ajuster un paramètre, on essait des valeurs extrêmes minimales puis maximales de ce paramètre. On vérifie ensuite l'écart entre les % d'eau estimés par le modèle et les % d'eau mesurés puis on en déduit la valeur optimale.

On peut facilement observer des différences de 4% dans les valeurs mesurées dans un même champ. Il ne faut donc pas chercher une trop grande précision dans les ajustements. Le logiciel doit donner une valeur moyenne des conditions prévalant dans le champ considéré.

Même en disposant d'analyse de laboratoire, les paramètres suivants peuvent requérir un ajustement: la capacité au champ, le point de flétrissement, la saturation, le coefficient de ruissellement et drainage, les coefficients de la culture.

En fait ces paramètres interagissent les uns avec les autres; en changer un aura des répercussions sur les autres. De plus, il faut suffisamment de données mesurées pour vraiment juger l'effet d'un paramètre.

Voici quelques indications sur la meilleure façon d'ajuster les paramètres:

1) il faut être critique sur la validité des données observées. S'il n'y a pas eu de pluie depuis le dernier échantillonnage, l'on doit s'attendre à ce que le sol soit plus sec! De même, s'il a plu beaucoup, la mesure devrait refléter soit la capacité au champ, soit la valeur à saturation;

2) le modèle ne peut estimer un % d'eau du sol plus faible que le point de flétrissement. C'est aussi un point de non-retour pour la plante. Si les mesures au champ sont plus faibles que le point de flétrissement obtenu en laboratoire et que les plantes ne semblent pas avoir atteint le point de non-retour, il faut diminuer sa valeur;

3) si la capacité au champ est trop faible, le modèle va sous-estimer le % d'eau du sol d'une facon systématique. Si elle est trop forte, les estimés par le modèle seront presque toujours supérieurs aux valeurs observées. L'observation des conditions au champ est souvent le meilleur guide pour établir cette valeur.

4) une valeur de saturation trop faible sous-estime l'humidité du sol après une pluie abondante. Si elle est trop forte, elle surestimera l'humidité du sol. Ses effets ne sont perceptibles que lorsqu'il y a une très grosse pluie;

5) un coefficient de ruissellement/drainage trop faible, aura pour conséquence que l'humidité du sol restera au-dessus de la valeur de capacité au champ plus longtemps que ce qui est observé. On aura la situation inverse s'il est trop fort. Ce coefficient n'a aucun effet si le sol est à sa valeur de capacité au champ ou inférieure;

6) l'ajustement des coefficients des cultures est le plus délicat; il ne devrait venir qu'en dernier pour n'apporter qu'un ajustement plus précis. Un coefficient est déterminé pour chaque stade; entre deux stades, le logiciel effectue une interpolation linéaire. Si les écarts entre les % d'eau estimés et observés augmentent à la fin d'un stade et au début du stade suivant, il faut changer le coefficient du prochain stade. Si les écarts sont négatifs, le coefficient est trop faible; s'ils sont positifs, il est trop élevé. Un coefficient trop élevé va assécher le sol trop vite. L'effet des coefficients se fait sentir surtout lorsque le sol est humide; un sol sec restreint la quantité d'eau que la plante peut extraire;

7) si les plantes semblent avoir besoin d'eau, que les valeurs estimées par le logiciel se comparent avec celles mesurées au champ et que le logiciel n'indique pas que le déficit critique est atteint, alors cela signifie que la valeur du déficit critique définie avec l'option 4 est trop élevée.

3.0 TRUCS POUR L'EMPLOI DU LOGICIEL DANS LA PLANIFICATION

Il faut voir un logiciel d'irrigation comme un jeu de stratégie. On simule des situations en vue de prendre une décision ou d'analyser les conséquences d'une décision. Avec un logiciel bien adapté à son sol et ses cultures, le producteur pourra juger non seulement de l'importance et de la fréquence des stress hydriques survenus pendant la saison de croissance, mais il pourra aussi simuler ce qu'aurait été ses besoins ou ses performances avec d'autres cultures

Un logiciel de gestion de l'irrigation peut répondre à une grande variété de problèmes. Nous allons en voir quelques-uns, présenté sous forme de questions et réponses.

CAS 1: ETAT DU BILAN HYDRIQUE DU SOL

Question: quel est l'état hydrique du sol à une date précise?

Réponse: Le logiciel calcule quotidiennement la valeur de la réserve utile sur le profil contenant les racines. Ce calcul est basé sur les conditions météorologiques observées.

La colonne "Eau du sol" donne l'humidité du sol (%) pour le profil prévalant à la fin de la journée et après la pluie ou l'irrigation si l'un ou l'autre est survenu durant la journée. La colonne "Déficit" fournit la quantité d'eau en mm qui doit être ajoutée à la zone des racines pour l'amener à la capacité au champ.

CAS 2: POUR PLANIFIER LES IRRIGATIONS AU JOUR LE JOUR

Question: dans combien de jours faudra-t-il irriguer?

Réponse: Le logiciel calcule quotidiennement la quantité nette d'eau perdue par le sol: c'est le déficit. En se basant sur les normales et les prévisions météorologiques, le logiciel indique dans combien de jours le déficit sera suffisamment élevé pour que l'irrigation soit optimale.

Méthode 1: on utilise la colonne "Irrigation requise dans" obtenue avec l'option 7. On interprète la réponse en tenant compte de la colonne "Demande en eau".

Méthode 2: on utilise les données météo de l'année précédente. Pour ce faire, on peut procéder de 2 façons: (1) on entre les données de l'année dernière une à la fois dans le fichier météo avec l'option 2 ou (2) on utilise le fichier météo de l'année dernière en procédant de la façon suivante au début de la saison:

```
COPY    Site.MET  Site87.MET (on sauve dans site 87.MET
                              les données de l'année
                              précédente)
```

puis on met Site.MET à jour régulièrement en utilisant l'option 2.

Méthode 3: on utilise les données de la prévision météo qu'on introduit avec l'option 2 au jour le jour; on les modifie ensuite avec les nouvelles prévisions et les valeurs réelles.

CAS 3: POUR ÉVALUER L'EFFET D'UNE IRRIGATION

Question: une irrigation a eu lieu. Des précipitations ont été enregistrées par la suite. Etait-il nécessaire d'irriguer?

Réponse: En simulant deux situations, avec et sans irrigation, puis en comparant les déficits, on peut déduire l'impact de la pluie. Il arrive souvent qu'une pluie ne soit pas suffisante pour ramener la réserve utile à son maximum.

CAS 4: POUR EVALUER LA QUANTITE D'EAU A AJOUTER OU LA ROTATION

Question: Un système permet d'irriguer 6 mm à tous les 2 jours ou 12 mm à tous les 4 jours. Laquelle des 2 approches est la meilleure?

Réponse: En effet, bien que la quantité d'eau qui devrait être ajoutée au sol apparait à la colonne "Déficit", souvent le système d'irrigation utilisé impose des contraintes. En effet, si on attend pour irriguer que le modèle le prévoit, on risque d'avoir à irriguer tous les champs au même moment. Le coût d'un système d'irrigation qui le permettrait serait sans doute trop élevé pour l'avantage qui en serait retiré. La plante peut généralement tolérer un stress léger: cela stimule l'enracinement en profondeur. On simule 3 sites: sans irrigation, irrigation de 6 mm à tous les 3 jours, irrigation de 12 mm à tous les 6 jours. On exécute le modèle sur chaque site puis on compare le nombre et l'importance des déficits ainsi que les coûts. Toutefois, l'analyse n'est valide que pour l'année en cours. Naturellement, plus on dispose d'années de données météorologiques et plus l'analyse sera complète, représentative et fiable.

Avec l'option 3, on peut simuler différents cycles de rotation: à tous les trois, quatre, cinq jours. Dans chaque cas, on compare les stress en terme d'amplitude et de durée.

Selon l'objectif poursuivi, on peut utiliser cette technique pour évaluer les décisions qui ont été prises durant l'année en cours.

CAS 5: POUR ÉVALUER LE CHOIX D'UNE CULTURE

Questions: Le stress a été suffisant pour réduire les rendements. La situation aurait-elle été différente avec une autre culture? Etait-ce une saison "normale"?

Réponse: Certaines cultures sont moins sensibles au stress que d'autres. On peut simuler une autre culture avec l'option 4 et ainsi vérifier si le choix aurait été plus ou moins heureux compte tenu des conditions météorologiques connues. De même, en utilisant les données météo moyennes pour la région, on peut savoir s'il s'agit d'un été plus sec que d'habitude.

CAS 6: PLANIFICATION DES OPERATIONS CULTURALES.

Questions: Il pleut sans arrêt depuis une semaine mais la prévision prévoit le retour du beau temps. Quand pourra-t-on planter ou amener de la machinerie au champ?

Réponse: Supposons que le sol doit être à environ 95% de sa réserve utile ou moins pour que la machinerie puisse être amener au champ sans affecter la structure du sol: on ajuste le déficit critique du modèle (option 4) à 5% puis on exécute le programme avec les prévisions météorologiques (ou les données d'une autre année similaire). La colonne "Irrigation requise dans" indiquera quand le sol sera suffisamment sec.

Note: toutes ces techniques seront d'autant plus sûre et valide que le modèle aura été bien ajusté pour le site.

4. LIMITES DU LOGICIEL

Dans la présente version, des coefficients pour la pomme de terre et le maïs ont été implantés. On peut modifier ces coefficients ou en ajouter d'autres avec l'option 4.

Certains coefficients de drainage et de sol ont été fixés: ils reflètent les conditions prévalant en sols bien drainés. On peut les modifier si nécessaire (Annexe D).

Un menu permet de choisir parmi sept options. Les options 1 (champs) et 4 (cultures) devraient être choisies au moins une fois au début de la saison de croissance.

Lorsque l'on demande l'exécution du bilan (option 7), le programme repart toujours les calculs de la date pour laquelle l'état hydrique du sol a été fourni lors de l'initialisation. On peut modifier cette date en tout temps en réinitialisant le fichier avec l'option 1.

Le logiciel peut s'auto-corriger si on lui fournit avec l'option 5, des valeurs mesurées d'humidité du sol. Les valeurs mesurées sont alors substituées aux valeurs estimées pour la journée concernée.

Le logiciel fonctionne à l'intérieur d'une période qui va du 1er avril au 31 octobre. Le % d'eau du sol porte sur l'ensemble du profil dont la profondeur est définie lors de l'initialisation; le déficit est calculé

sur la profondeur de sol comprenant les racines si cette profondeur est différente. Le programme détermine la profondeur de la zone des racines à l'aide des valeurs des coefficients des cultures.

L'apport d'eau par irrigation doit être fournie en mm d'eau. Le logiciel ne fait aucun calcul basé sur le système d'irrigation. Cette mesure peut se faire en plaçant un pluviomètre dans le champ, au moment de l'irrigation.

Le pourcentage d'eau du sol (et le déficit) affiché à l'écran pour une journée donnée est celui du sol prévalant à la fin de la journée et après la pluie ou l'irrigation si l'un ou l'autre est survenu durant la journée.

Il ne faut pas oublier que la précision et la fiabilité du modèle reposent sur le bon choix des paramètres décrivant les caractéristiques du sol et des plantes. Il est donc fortement recommandé de prendre certaines mesures au champ afin de bien calibrer le modèle dans les conditions mêmes de son utilisation.

Chaque site est limité à cinq champs. Un sol ne peut être subdivisé en plus de six couches. Une plante est définie avec au plus sept stades.

L'évapotranspiration potentielle quotidienne est estimée à partir des températures maximale et minimale. Lorsque le vent est d'intensité moyenne ou plus (20km/heure) pendant la majeure partie de la journée, l'évapo- transpiration réelle sera sous-estimée lorque le sol est humide. Des tests ont montré que cette sous-estimation serait d'au plus 2 mm par jour.

DEUXIÈME PARTIE: UTILISATION DU LOGICIEL "IRRIGUE"

Cette partie est divisée en 2 sections. La première section explique les règles de base à connaître avant de commencer à travailler avec le logiciel; la deuxième section décrit le fonctionnement du logiciel, étape par étape.

1.0 CE QU'IL FAUT SAVOIR AVANT DE COMMENCER

VOCABULAIRE:

: correspond à la touche du clavier qui assure le retour de chariot. Synonymes: return, enter, CR

Date: La date est toujours traitée par le logiciel selon le format: mois,jour (Mo/Jo). Lorsqu'il faut taper une date, voici des entrées valides pour le 3 mai:
0503 ou 503 ou 5/03 ou 05/03 ou 5 03

Site et champ: Il faut bien comprendre la distinction entre champ et site. Un champ est une étendue de terre caractérisée par un type de sol et une culture. Un site contient plusieurs champs mais qui sont sous l'influence des mêmes conditions météorologiques. Pour l'ordinateur, un site est l'ensemble des fichiers qui contiennent les caractéristiques de sol, plante et climat associées à un ou plusieurs champs.

POUR DEMARRER LE PROGRAMME:

Allumer l'ordinateur de la façon habituelle. Lorsque l'écran affiche:
A >

insérer la disquette de programme dans le lecteur A.

Taper: IRRIGUE

et le menu principal va s'afficher.

Note pour ceux qui ont un disque dur (C>): on peut copier les programmes de la diskette sur le disque dur; on peut aussi créer un "sous-répertoire". Voir le manuel DOS. L'exécution du logiciel est alors plus rapide.

POUR IMPRIMER CE QUI APPARAIT SUR L'ECRAN:

L'impression sur papier de ce qui apparaît à l'écran peut se faire en utilisant les touches spéciales du IBM-PC. Ces touches sont:

Ctrl + PrtSc : imprime simultanément à l'écran et sur papier
Shift + PrtSc: imprime ce qui est affiché à l'écran à ce moment-là.

POUR TERMINER L'EXÉCUTION:

Taper ↵ aux questions jusqu'à ce que s'affiche à l'écran: A> ou taper simultanément les 2 clés: Crtl + Break. Dans ce dernier cas, il est possible que des données nouvellement entrées soient perdues.

2.0 COMMENT UTILISER LE LOGICIEL ÉTAPE PAR ÉTAPE

Pour faire exécuter le programme, on tape le nom du logiciel.

```
A> IRRIGUE ↵
```

Le système répond en affichant:

```
                         IRRIGUE

Centre de Recherche sur les Terres
Agriculture Canada
31 mai 1989
```

Puis l'écran s'efface et une question est posée.

```
Nom du site:
```

Pour suivre les exemples qui suivent, taper FERME. Sinon, taper le nom choisi pour identifier le site. Si le site n'existe pas encore, alors le programme va créer les fichiers en conséquence.

Si le fichier des normales de températures maximales et minimales n'a pas été défini, alors le message suivant peut apparaître:

```
Le fichier de normale n'est pas defini.  Pas de prévision possible
```

Pour obtenir une prévision de la prochaine irrigation, il faut que le programme ait accès à un fichier de normales. Des fichiers de normales sont disponibles pour plus d'une centaine de stations (annexe C). Lorsque l'on dispose du fichier de normales pour une station climatologique voisine du site, l'on peut l'indiquer au programme en choisissant l'option 0 lorsque le menu apparaîtra. Le fichier de normales est aussi utilisé pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle quotidienne.

Puis le menu principal s'affiche.

```
              OPTION         DESCRIPTION
              ------         -----------
                0       Definition du fichier de normales
                1       Information sur les CHAMPS
                2       DONNEES METEOROLOGIQUES
                3       DONNEES D'IRRIGATION
                4       Information sur les CULTURES
                5       DONNEES D'HUMIDITE DU SOL OBSERVEES
                6       Observations supplementaires
                7       BILAN HYDRIQUE DES SOLS


   Pour terminer, taper ↵
   Pour changer de site, taper le nom
   ------------------------------------------------------------
   OPTION pour le site FERME: ?
```

Lorsque le menu principal s'affiche, on choisit l'option:

- 0 : cette option n'apparaît que si le fichier de normales n'a pas déjà été défini pour ce site
- 1 : pour définir ou modifier le nombre de champs et les caractéristiques des sols.
- 2 : permet d'entrer des données météorologiques (actuelles, prévues ou estimées)
- 3 : toutes les fois qu'il y a eu irrigation
- 4 : pour définir les coefficients des cultures et pour mettre à jour les dates des stades principaux
- 5 : si on a des données observées d'humidité du sol
- 6 : si on veut noter des observations supplémentaires
- 7 : pour connaître l'état hydrique du sol
- ↵ : termine l'exécution du programme

On peut aussi taper le nom d'un autre site. Le menu principal réapparaîtra mais le site ne sera plus le même.

Dans les pages suivantes, nous traiterons de chaque option. Taper 0 pour obtenir l'affichage de la page suivante.

OPTION 0: Définition du fichier des normales

Pour obtenir les estimés d'évapotranspiration potentielle les plus précis possibles et des avis de prochaine irrigation, il faut fournir au logiciel un fichier contenant des normales de températures et les valeurs de rayonnement au sommet de l'atmosphère.

La liste des fichiers disponibles apparaît à l'annexe C. Ces fichiers sont sur cinq disquettes fournies avec la disquette du programme. Insérer la disquette qui contient la station la plus près de la ferme dans le lecteur B. Utiliser le lecteur A s'il n'y a pas de lecteur B; remplacer B: par A: dans l'exemple ci-dessous.

Lorsque l'on choisit l'option 0, le logiciel demande le nom du fichier.

```
Nom du fichier de normales?  B:Q01CAPLAN
Un instant s.v.p.
```

Puis "IRRIGUE" retourne au menu principal. L'option 0 ne sera plus affichée mais elle reste toujours disponible.

Si on tape ↵ ou le nom du site actuel, alors on retourne au menu principal mais aucun fichier de normales n'aura été créé.

De retour au menu principal, choisir l'option 1 pour obtenir l'affichage de la page suivante.

OPTION 1: Définition des champs

A cette étape, il faut fournir au programme l'information spécifique à la gestion de la ferme et définir les caractéristiques des sols pour chaque champ.

```
            INFORMATION SUR LES CHAMPS POUR LE SITE: FERME


   Taper  ↵  pour garder l'ancienne valeur

   ANNEE :   1987 ?  ↵
   NOMBRE DE CHAMPS A GERER:  1 ? 2 ↵
```

L'année est fournie à titre indicatif seulement.

On donne ici le nombre de champs que l'on veut superviser. Tous ces champs utilisent les mêmes données météorologiques. Puis on décrit le sol de chaque champ.

```
   Site FERME
   ------------------------------------------------------------------

       NO DU CHAMP                  NOM DU CHAMP
       -----------                  ------------
            1                       Simard
            2                       Jones

    Pour changer de site, taper le nouveau nom.
   ------------------------------------------------------------------
    NO DU CHAMP  ( ↵  POUR TERMINER):  ? 1 ↵
```

Ici on tape le numéro du champ. Pour changer de site, il suffit de taper son nom. Le logiciel repart alors à la question ANNÉE?

```
   NOM DU CHAMP # 1 :Simard ?
```

On peut changer le nom du champ ou taper ↵ pour garder l'ancien nom. Il n'est pas nécessaire qu'un champ ait un nom.

```
   NOMBRE DE ZONES DANS LE PROFIL DU CHAMP # 1 : 1 ?
```

Il faut définir au moins une zone: celle qui correspond à la couche de sol contenant les racines. Il peut être souhaitable de subdiviser la zone des racines si:

- la structure du sol change dans la zone des racines
- la zone des racines est très profonde
- le sol est mal drainé

La zone des racines correspond à la profondeur maximale à laquelle on observe des racines à la fin de la saison. La division du sol en sous-zones à l'intérieur de la zone des racines permet un meilleur contrôle de l'eau à ajouter par irrigation. En effet, le sol sur une certaine profondeur peut contenir suffisamment d'eau pour satisfaire les besoins de la plante. Or, si la plante n'est pas encore suffisamment développée, elle n'aura pas de racines assez profondes pour aller chercher cette eau pourtant présente.

Si l'on change le nombre de zones, certaines valeurs déjà définies en seront affectées. Il s'agit des données observées d'humidité du sol et les coefficients des cultures.

Lorsque l'on définit une seule zone, le programme considère que cette zone reçoit toute l'eau de pluie ou d'irrigation la journée même où cette eau est reçue. Lorsque le sol est mal drainé et que l'eau de pluie met plus d'une journée à traverser la zone des racines, il est avantageux de définir deux ou plusieurs zones; le programme demandera alors le nombre de zones à drainer en une journée.

```
COMBIEN DE ZONES SONT DRAINEES EN 1 JOURNEE: 1?
```

Cette question n'apparaît que s'il y a plus d'une zone dans le profil de sol d'un champ.

A l'étape suivante, il faut donner une date d'initialisation.

```
DATE D'INITIALISATION DU BILAN (Mo/Jo):  6/05 ?
```

Il est nécessaire de fournir au logiciel une valeur d'humidité du sol à une date donnée. Cette valeur peut être fixée le lendemain d'une forte pluie lorsque le sol est à sa capacité au champ. Les données météorologiques doivent être fournies au logiciel à partir de cette date ou avant.

Il faut maintenant décrire le sol pour le profil (ou pour chaque zone, s'il y a en a plus d'une).

```
CARACTERISTIQUES DU SOL POUR LE PROFIL

EAU A SATURATION (%)        : 25 ? ↵
CAPACITE AU CHAMP (%)       : 24 ? ↵
POINT DE FLETRISSEMENT (%): 10 ? ↵
PROFONDEUR EN CM            : 25 ?
```

Pour définir les caractéristiques de sol telles que la capacité au champ, le point de flétrissement permanent et le % d'eau à saturation, on peut soit faire faire une analyse de sol en laboratoire, soit utiliser la figure 1 (section 2.2.1 partie 1) ou soit prendre des relevés au champ lorsque le sol est à son niveau le plus humide, 48 heures après une pluie et à son niveau le plus sec.

Les valeurs doivent être fournies en % volumique (cm^3 d'eau par cm^3 de sol). Cependant les % pondérales (g d'eau par g de sol) peuvent être fournies si la densité apparente ou le volume de l'échantillon ne sont pas disponibles. Dans ce cas, on suppose que la densité apparente est de 1; l'effet résultant est que "IRRIGUE" surestime le déficit par une fraction directement proportionnelle à la vraie densité apparente. Le point à retenir est qu'il faut être consistant et toujours utiliser les mêmes unités.

La profondeur d'une zone (ou du profil) est la distance entre la surface et le bas de cette zone (ou du profil).

```
HUMIDITE DU SOL EN DATE DU 5 juin: 19.5 ?
```

On donne ici la valeur d'humidité du sol telle que mesurée à la date d'initialisation. On peut estimer cette valeur à la capacité au champ en choisissant une date qui suit une bonne pluie.

Le sol exerce une résistance au déplacement de l'eau. Cette résistance varie avec le sol et l'eau disponible à la plante. Le paramètre de sol fournit une indication sur cette action du sol. Des expériences avec le logiciel montrent que dans les sols sablonneux et la plupart des sols en culture une valeur de 1.0 est adéquate.

PARAMETRE DE SOL

Description	Valeur suggeree
Sablonneux	1.00
Limoneux	0.75
Argileux	0.25

VALEUR DU PARAMETRE: 1?

Lorsque toutes les zones ont été complétées, le logiciel demande:

```
Taux de ruissellement/drainage:  80% ?
```

Cette donnée vise à quantifier les propriétés de ruissellement et de drainage du sol. La valeur de 100% signifie que lorsque l'eau ajoutée au sol par irrigation ou par la pluie est supérieure à la valeur à saturation, l'eau en excès va ruisseller ou se drainer très rapidement hors de la zone des racines. Une valeur de 0% signifie que l'eau demeure en surface au moins une journée avant de pénétrer dans le sol. On l'ajuste par l'observation visuelle et en testant diverses valeurs.

Ce coefficient n'a d'importance que lorsque l'eau excède la valeur à saturation.

Le programme retourne au menu des champs. Choisir l'option 2 du menu principal pour obtenir l'affichage de la page suivante.

OPTION 2: Mise à jour des données météorologiques

On choisit cette option lorsque l'on veut entrer ou modifier les données météorologiques. On peut entrer les données de la prévision ou des estimés basés sur les normales pour la région. Il ne doit pas y avoir de données manquantes. Les résultats seraient alors imprévisibles.

```
                    DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Site: FERME

Taper N pour utiliser la ou les valeurs du fichier de normales.

Taper * pour obtenir le sommaire
Taper ↵  pour garder l'ancienne valeur

DERNIERE DATE (Mo/Jo):  16 juin
DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer:  6/17 ?
```

La date affichée est la prochaine journée pour laquelle il faut fournir des données météo. Taper pour insérer les données.

```
DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer:  7/31 ?
TEMP. MAX ( 0 ): ? 20 ↵
TEMP. MIN ( 0 ): ? 10 ↵
PLUIE ( 0  mm) : ↵
ETP calculee: 3.5
```

Si le fichier de normales n'a pas été défini avec l'option 0, alors le message suivant apparaîtra:

```
Valeur de ETP sous-evaluée.  Fournir le fichier de normales.
```

Cela signifie que l'évapotranspiration potentielle utilisée par "IRRIGUE" est inférieure à la valeur réelle.

Aucune donnée ne sera enregistrée si les températures maximale et minimale sont 0.

```
DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer:  6/18 ? ↵

TEMP. MAX ( 0 ): ? ↵
TEMP. MIN ( 0 ): ? ↵

DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer:  6/18 ?
```

On peut vérifier ou corriger une donnée métérorologique en entrant la date correspondante.

```
DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer:  6/18 ? 6/12 ↵

TEMP. MAX ( 21 ): ?  ↵
TEMP. MIN (4.5 ): ?  ↵
PLUIE ( 4  mm) : ?  ↵
ETP calculée: 4.6

DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer:  6/13 ? ↵
```

Si on le désire, on peut indiquer si les données météorologiques fournies sont des valeurs estimées (les prévisions par exemple). Pour ce faire, on tape la lettre e ou E après avoir tapé la valeur. Ainsi, on indique que la température maximale et la précipitation du 12 juin, sont des valeurs estimées:

```
DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer:  6/13 ? 6/12 ↵

TEMP. MAX ( 21 ): ? 21 e ↵
TEMP. MIN ( 4.5 ): ?  ↵
PLUIE ( 0  mm) : ? 4 e   ↵
ETP calculée: 4.6 E
```

Les valeurs estimées sont traitées comme les autres données par le logiciel. Cependant, elles sont suivies de la lettre E lorsqu'elles sont affichées.

Si on tape la lettre N plutôt qu'une valeur de température, c'est la normale de température pour cette journée qui sera utilisée. Cette option permet d'utiliser la normale lorsque l'aperçu des prévisions prévoit des températures saisonnières.

```
DATE (Mo/Jo) <·> pour terminer: 6/13? ↵

TEMP. MAX ( 20.5 ): ? n ↵
TEMP. MIN (  4.5 ): ? ↵
PLUIE ( 0 mm ): ? ↵
ETP calculée: 4.9 E
```

Si on tape N plutôt qu'une date, les températures maximale et minimale pour cette date seront celles du fichier des normales.

```
DATE (Mo/Jo) <.> pour terminer: 6/12? n ↵

Les températures sont celles du fichier des normales.
```

Il n'existe pas de normales pour les précipitations. Lors de l'affichage les normales apparaissent suivies de la lettre E.

```
DATE (Mo/Jo) <.> pour terminer: 6/13? 6/12 ↵

TEMP. MAX ( 22.3 E): ? ↵
TEMP. MIN (  8.4 E): ? ↵
PLUIE ( 0 mm E): ? ↵
ETP calculée: 4.4 E
```

Si on tape * plutôt que la date, alors les données déjà entrées seront affichées.

DATE	T.MAX	T.MIN	PREC	ETP
6/14	26.0	5.5	12.0	5.9
6/15	20.0	6.0	0.0	4.1
6/16	19.5	6.0	0.0	4.0
6/17	20.0	10.0	0.0	3.5

```
FIN D'IMPRESSION.
Taper ↵
```

On peut changer de site en tapant le nom du site plutôt que la date.

On termine en tapant un point (.) lorsque la date est demandée et on revient au menu principal. Taper 3 pour obtenir l'affichage de la page suivante.

Lorsque les données météorologiques sont disponibles sur fichier, alors plutôt que d'entrer les données manuellement à l'aide d'IRRIGUE, on peut utiliser le logiciel CONVERT décrit à l'annexe E.

OPTION 3: Mise à jour des données d'irrigation.

Cette option est choisie toutes les fois qu'il y a eu irrigation ou si l'on veut simuler l'effet d'une irrigation.

```
                    DONNÉES D'IRRIGATION

Site FERME
-------------------------------------------------------------------

       NO DU CHAMP                   NOM DU CHAMP
       -----------                   ------------
            1                        Simard
            2                        Jones

 Pour changer de site, taper le nouveau nom.
-------------------------------------------------------------------

NO DU CHAMP  ( ↵  POUR TERMINER): 1 ↵
```

On entre les données d'irrigation en donnant le numéro du champ. On tape ↵ pour retourner au menu principal. On peut changer de site en tapant son nom.

```
CHAMP # 1 : Simard

Taper * pour obtenir le sommaire
Taper ↵  pour garder l'ancienne valeur

DATE D'IRRIGATION (Mo/Jo): *  ↵
```

Pour ajouter ou modifier une quantité d'irrigation on tape la date.

```
 DATE D'IRRIGATION (Mo/Jo): ? 6/16   ↵
 QUANTITÉ   6.0 mm ? 0  ↵

 DATE D'IRRIGATION (Mo/Jo): ? 6/16   ↵
 QUANTITÉ   0.0 mm ? 6  ↵
 DATE D'IRRIGATION (Mo/Jo): ?
```

Les quantités d'eau sont en mm. Pour déterminer cette valeur, on peut placer un pluviomètre dans le champ.

Note: si la précipitation diffère entre 2 champs, on peut considérer comme de l'irrigation les quantités de pluie qui ne sont pas déjà introduites dans le fichier météorologique. En effet, le logiciel ne fait pas de distinction entre l'eau de pluie et l'eau d'irrigation.

Pour obtenir la liste des journées où il y a eu irrigation, taper * au lieu d'une date.

DATE Mo/Jo	QUANTITE (mm)
6/16	6

On retourne au menu principal en tapant ↵ lorsque la date, puis le numéro du champ sont demandés. Choisir l'option 4 au menu principal pour obtenir l'affichage de la page suivante.

OPTION 4: Information sur les cultures

Cette option permet de définir la culture, de mettre à jour les dates d'observation des stades phénologiques et d'attribuer ou modifier la valeur des coefficients des cultures. Au moins un stade doit être défini. On peut définir plus qu'une date de récolte.

```
                    DONNÉES PHÉNOLOGIQUES

Site FERME
------------------------------------------------------------------

      NO DU CHAMP                   NOM DU CHAMP
      -----------                   ------------
           1                        Simard
           2                        Jones

 Pour changer de site, taper le nouveau nom.
------------------------------------------------------------------

 NO DU CHAMP  ( ↵  POUR TERMINER):
```

On fournit le numéro du champ pour lequel on veut faire une mise à jour. On tape ↵ pour retourner au menu principal. On peut changer de site en tapant son nom.

```
CHOIX DE LA CULTURE:

1. POMME DE TERRE
2. MAIS
3. FRAISE
4. CÉRÉALES
5. Autres cultures

CHOIX:  La pomme de terre? 1    ↵
Nombre de stades (max:  7 ) ?
```

Lorsque la culture a déjà été définie, on tape ↵ sans spécifier de numéro. Dès que l'on tape un numéro, toutes les données relatives aux noms, aux dates et aux coefficients sont remises à leurs valeurs par défaut. Il faut alors définir le nombre de stades maximum. Ce nombre varie selon la culture; il est de 7 par défaut.

```
LES COEFFICIENTS DE CULTURE DE La pomme de terre SONT:

STADE     NOM DU STADE                    DATE     COEFFICIENTS PAR ZONE
  1       PLANTATION                      5/15     0.4
  2       10% EMERGENCE                   6/15     0.5
  3       10% BOURGEONS                   7/01     1.0
  4       TUBERISATION OU 10% FLEURS      7/15     1.1
  5       90% FLEURS                      8/01     1.0
  6       SENESCENCE MARQUEE              8/20     0.6
  7       RECOLTE                         9/15     0.4
LE DÉFICIT CRITIQUE SURVIENT LORSQUE LA RESERVE UTILE BAISSE DE  35 %
```

Un tableau s'affiche. Ce tableau s'affichera aussi si l'on tape * à l'une ou l'autre des deux premières questions (déficit critique et numéro du stade).

Si le profil a été divisé en 2 zones ou plus, les coefficients des cultures sont affichés pour chaque zone.

```
                         MISE À JOUR:
                         ------------

 CHAMP # 1 : Simard

  Taper * pour obtenir le sommaire
  Taper ↵  pour garder l'ancienne valeur

  Valeur du déficit critique 35 % ?
```

Le choix de la valeur du déficit critique est basé soit sur la réserve utile soit sur les capacités du système d'irrigation. Lorsque le déficit critique est atteint, il y a avertissement d'irriguer. Si la réserve utile maximale est de 100 mm, un déficit critique de 35% signifie que lorsque la réserve utile sera de 65 mm la plante souffrira d'un stress. Généralement la valeur du déficit se situe entre 35% et 50% de la réserve utile maximale selon le type de sol et la plante.

On tape une valeur entre 0 et 100 pour modifier la valeur ou ↵ pour garder la présente valeur ou * pour obtenir le tableau des coefficients des cultures.

```
  NO DU STADE (Taper ↵  pour terminer): ? 1 ↵
  NOM: PLANTATION ?  ↵
  DATE (Mo/Jo):  5/15  ? ↵
  COEFFICIENTS POUR ZONE  1 :  .4 ?
```

Lorsque "IRRIGUE" demande le no. du stade, on peut taper * pour obtenir le tableau des stades et coefficients des cultures.

Pour modifier le nom d'un stade, une date ou un coefficient cultural, on entre le numéro du stade puis on modifie les données désirées. En tapant ↵ , on garde l'ancienne valeur. S'il y a plus d'une zone, le logiciel demande le coefficient pour chaque zone.

Si le profil ne contient qu'une seule couche de sol, des coefficients d'utilisation de l'eau pour la pomme de terre ont été introduits dans le modèle. Cependant, si le sol a été divisé en plusieurs zones, il faut définir des coefficients pour chaque zone. Voici quelques règles:

--> le coefficient vaut 0 s'il n'y a pas de racines dans la zone
--> la somme des coefficients pour un stade devrait être égale à la valeur du coefficient suggérée dans le cas d'une seul zone de sol

On retourne au menu en tapant ↵ à toutes les questions posées. Choisir l'option 5 au menu principal pour obtenir l'affichage de la page suivante.

OPTION 5: Entrée des valeurs mesurées d'humidité du sol

Cette option est choisie lorsqu'on dispose de valeurs observées. Le logiciel utilise ces données pour s'auto-corriger: il remplace alors ses valeurs estimées d'humidité du sol par les valeurs observées.

```
                  VALEURS MESURÉES D'HUMIDITÉ DU SOL


Site FERME
-----------------------------------------------------------------

       NO DU CHAMP                    NOM DU CHAMP
       -----------                    ------------
            1                         Simard
            2                         Jones

 Pour changer de site, taper le nouveau nom.
-----------------------------------------------------------------


 NO DU CHAMP  ( ↵  POUR TERMINER):
```

On choisit le numéro du champ où les mesures ont eu lieu. On peut aussi changer de site, en tapant le nom du site. Si on tape ↵ , on revient au menu principal.

```
CHAMP # 1 : Simard

Taper * pour obtenir le sommaire
Taper ↵  pour garder l'ancienne valeur

DATE (Mo/Jo) ou  ↵  pour terminer: ?
```

On peut modifier ou ajouter une valeur en tapant la date puis sa valeur.

```
DATE (Mo/Jo) ou  ↵  pour terminer: ? 6/12 ↵
VALEUR D'HUMIDITÉ:  19.7 ↵
(Entrer 0 pour canceller la valeur precedente) ? 0 ↵
DATE (Mo/Jo) ou  ↵  pour terminer: ? 6/12  ↵
VALEUR D'HUMIDITÉ:  aucune observation ? 19.7 ↵
DATE (Mo/Jo) ou  ↵  pour terminer: ?
```

Lorsqu'une valeur est cancellée, sa date est effacée. S'il y a plus d'une zone, le logiciel demande une observation par zone. On tape si l'on ne dispose pas d'observation pour une zone particulière.

On peut obtenir un sommaire des valeurs déjà entrées en tapant *.

```
DATE (Mo/Jo) ou ↵  pour terminer: ? * ↵

DATE          VALEURS MESURÉES
----          ----------------

FIN D'IMPRESSION.
Taper ↵
```

Taper deux fois ↵ pour retourner au menu des champs et au menu principal. Puis, choisir l'option 6 pour obtenir l'affichage de la page suivante.

OPTION 6: Information supplémentaire

Cette option permet d'entrer des informations diverses. Chaque information est accessible par sa date. Le logiciel n'utilise pas cette donnée.

On y note des observations en rapport avec le développement des plantes ou autres phénomènes. Par exemple:

- apparition d'insectes
- apparition de maladies
- stades particuliers
- profondeur d'enracinement mesurée à différents moments
- pourcentage de sol couvert à différents moments
- grêle, pluie forte, orages violents, forts vents, gel, etc.

```
Site FERME

*   : liste des informations deja entrees
↵   : retour au menu principal

Date (Mo/Jo): ?
```

Pour chaque information, le logiciel demande une date puis l'information que l'on veut noter.

```
Date (Mo/Jo): ? 07/02 ↵

Note:  ne pas utiliser de virgule

? traiter pour le mildiou ↵
```

Chaque information peut contenir 70 caractères. La date est celle pour laquelle l'information s'applique. On modifie une information en tapant la date.

```
Date (Mo/Jo): ? 07/02 ↵

Traiter pour le mildiou

(Taper 0 pour canceller)

Note:  ne pas utiliser la virgule

? Appliquer Bravo 500 2 1 pour mildiou ↵
```

En tapant *, on obtient la liste des informations.

```
Date (Mo/Jo): ? * ↵
07/02 --> Appliquer Bravo 500 2 1 pour mildiou

Taper ↵
```

On retourne au menu principal en tapant ↵ au lieu de la date. Choisir l'option 7 pour obtenir l'affichage de la page suivante.

OPTION 7: Affichage de l'état d'humidité du sol

On peut demander cette option en tout temps, même si les données météorologiques ne sont pas à jour.

```
                    BILAN HYDRIQUE DU SOL


Site FERME
------------------------------------------------------------------

       NO DU CHAMP                    NOM DU CHAMP
       -----------                    ------------
            1                         Simard
            2                         Jones

 Pour changer de site, taper le nouveau nom.
------------------------------------------------------------------
 NO DU CHAMP  ( ↵  POUR TERMINER):
```

On choisit le numéro du champ pour lequel on veut le bilan. On peut aussi changer de site, en tapant le nom du site. Si on tape ↵ , on revient au menu principal.

```
DATE DE DÉBUT D'IMPRESSION (Mo/Jo ou ↵  si  6 juin) : ? ↵
DATE DE FIN D'IMPRESSION (Mo/Jo ou ↵  si 16 juin): ? ↵
Impression sur papier (o/N) N: ?
```

Le logiciel calcule toujours le bilan à partir de la date d'initialisation fixée à l'option 1 et se termine à la dernière date pour laquelle existe des données météorologiques. Cependant, on peut faire débuter ou s'arrêter l'affichage sur écran ou l'impression sur papier, à n'importe quelle date comprise entre ces 2 limites.

```
                      BILAN HYDRIQUE DU SOL  1987
 CHAMP # 1 : Simard
 RESERVE UTILE MAXIMALE:  35.0 mm
 RESERVE UTILE INITIALE:  23.8 mm     EN DATE DU 05 juin
   *DEFICIT CRITIQUE*  :  12.3 mm
```

Le déficit critique est calculé sur l'épaisseur du profil contenant des racines. Ainsi s'il y a plus d'une zone, on aura le message suivant:

DEFICIT CRITIQUE : 12.3 mm à 28.0 mm selon le stade

Ce déficit critique (mm) est obtenu en multipliant la valeur en % définir avec l'option 4 par la réserve utile maximale de la zone des racines:

déficit critique (%) x réserve utile maximale

Les valeurs imprimées sont les suivantes:

- la réserve utile maximale en mm
- la réserve initiale en mm; c'est celle qui démarre le bilan
- le déficit critique: c'est la valeur du déficit à partir de laquelle la plante subit un stress.
- s'il y a plus d'une zone dans le profil, le déficit critique est celui dans la zone contenant les racines. Une zone contient des racines si son coefficient cultural est plus grand que 0.

****

DATE MO/JR	NO DU STADE	APPORT EN EAU	EAU DU SOL	DEFICIT	IRRIGATION REQUISE DANS	DEMANDE EN EAU
6/06	1	0.0 mm	19.0 %	12.6 mm (36%)-	0 Jours	Normale
6/07	1	3.0 mm	19.6 %	10.9 mm (31%)	1 Jours	Normale
6/08	1	0.0 mm	19.2 %	12.1 mm (35%)	1 Jours	Normale
6/09	1	0.0 mm	18.8 %	13.1 mm (37%)-	0 Jours	Normale
6/10	1	0.0 mm	18.3 %	14.2 mm (41%)-	0 Jours	Inferieure
6/11	1	3.0 mm	18.7 %	13.3 mm (38%)-	0 Jours	Superieure
6/12	1	4.0 mm	19.7 %	10.7 mm (31%)	1 Jours	Normale
% EAU DU SOL MESUREE:			19.7 %			
6/13	1	0.0 mm	19.1 %	12.3 mm (35%)-	0 Jours	Normale
6/14	1	12.0 mm	23.1 %	2.2 mm (6%)	5 Jours	Superieure
6/15	2	0.0 mm	22.4 %	4.1 mm (12%)	4 Jours	Normale

Taper ↵ pour continuer ou <.> pour terminer ? . ↵

On peut terminer l'impression avant la date fixée en tapant un point (.). Pour chaque jour, le programme imprime les résultats suivants:

- date MO/JR: date pour laquelle sont valides les résultats affichés. Lorsque la lettre "e" suit la date, elle indique que les données météorologiques sont des valeurs estimées. La lettre "i" indique qu'il y a eu irrigation.

- no du stade: stade où se trouve la plante basé sur les dates définies avec l'option 4.
- apport en eau: somme des quantités d'eau d'irrigation et de pluie reçue par le sol à la date indiquée.
- eau du sol: humidité du sol tel qu'on l'obtient lorsque l'on mesure cette donnée au champ. Un "+" signifie que le sol est très humide et la ligne apparaît en bleu.
- déficit: quantité d'eau requise pour amener la zone des racines à capacité au champ. Un "*" indique que la plante subit un stress dommageable et la ligne apparaît en rouge. Lorsque le sol est divisé en 2 zones ou plus, il est possible que le déficit change abruptement lors du changement de stade.
- irrigation requise dans: en se basant sur les valeurs moyennes de ETP fournies dans le fichier Site.NOR, le programme calcule le nombre de jours avant que le sol n'atteigne le déficit critique en supposant qu'il n'y aura ni pluie ni irrigation.
- demande en eau: besoin en eau quotidien de la plante comparé à la normale de la journée pour le site . Supérieure signifie que la demande actuelle est plus grande qu'en temps "normal".

S'il y a eu des valeurs observées d'humidité du sol (option 5), le logiciel affichera les différences.

```
AFFICHAGE DES DIFFÉRENCES ENTRE LES VALEURS OBSERVÉES ET MESURÉES
(O/n) ? ↵

Date Stade  Difference en % (observée-estimée)

612  1         0.0
FIN D'IMPRESSION.
Taper ↵
```

Le logiciel retourne au menu des champs.

BIBLIOGRAPHIE

Côté, D. 1986. L'eau vue sous l'aspect pédologique. IN: Symposium sur l'eau, 1 nov. 1985, Tome II, C.P.V.Q., Agdex 070: 3-17.

Day K.S. and R.J. Brase. 1985. Practical techniques for calibrating ET modeling parameters. Proceedings of the national conference on Advances in evapotranspiration, December 16-17, 1985, Chicago, Illinois, ASAE public. 14-85:224-230.

Dyer J.A. et A.R. Mack. 1984. Le bilan hydrique des sols-version trois. Bulletin technique 1984-1F. Agriculture Canada, 26p.

Gallichand J. and Y. Brochu. 1983. Irrigation, dosage et moment d'application. Direction de l'hydraulique agricole, du machinisme et des constructions rurales, décembre 1983, 75p.

Hobbs E.H. et K.K. Krogman. 1983. Scheduling irrigation to meet crop demands. Bulletin technique 1983-10E. Agriculture Canada, 18p.

Nomenclature Committee. 1976. Glossary of terms in soil science. Publication 1459, Agriculture Canada, 44p.

ANNEXE A: LEXIQUE

CAPACITE AU CHAMP (%): contenu en eau du sol après qu'il ait été saturé et que le drainage libre ait cessé. Ce pourcentage est sur une base de poids (g d'eau/g de sol) ou de volume (cm3 d'eau/cm3 de sol). Plus techniquement, c'est le pourcentage d'eau qui demeure dans le sol après lui avoir appliqué une pression de 1/3 bar.

COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT ET DRAINAGE: Lorsque l'humidité du sol est supérieure à sa valeur de capacité au champ, c'est la fraction d'eau de pluie qui est perdue par ruissellement, drainage ou évaporation.

COEFFICIENT DES CULTURES: c'est la fraction de l'évapotranspiration potentielle qui peut être extraite du sol par les racines d'une certaine épaisseur du profil.

DÉFICIT (mm): quantité d'eau requise pour amener la zone des racines à la valeur de capacité au champ. C'est la différence entre la réserve utile maximale et la réserve utile.

DEFICIT CRITIQUE: c'est la valeur du déficit à partir de laquelle la plante subit un stress. Il s'exprime en mm d'eau ou en pourcentage de la réserve utile maximale.

DENSITÉ APPARENTE (g/cm3): c'est le rapport entre la masse d'un échantillon de sol sec et son volume.

EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (ETP) (mm): c'est la quantité d'eau evaporée et transpirée par un couvert végétal couvrant complètement le sol et bien pourvu en eau.

HUMIDITÉ DU SOL: eau présente dans le sol incluant l'eau non disponible à la plante. Elle s'exprime en pourcentage sur une base pondérale ou volumique.

MESURE PONDERALE D'HUMIDITÉ DU SOL: On peut obtenir une approximation du pourcentage d'eau d'un sol, sur une base pondérale (de poids) en faisant sécher un échantillon de sol et en effectuant les pesées nécessaires au calcul suivant:

$$\text{Pourcentage d'eau (g/g)}: \frac{\text{Poids du sol humide - poids du sol sec}}{\text{Poids de sol sec - poids contenant}} \times 100$$

MESURE VOLUMIQUE D'HUMIDITÉ DU SOL: On peut obtenir une approximation du pourcentage d'eau du sol, sur une base volumique (cm3/cm3) de 2 façons:

$$\text{\% d'eau (cm3/cm3)} = \text{\% d'eau (g/g)} * \text{densité apparente}$$

$$\text{\% d'eau (cm3/cm3)} = \frac{\text{(poids de sol humide - poids de sol sec)}}{\text{volume du sol}} \times 100$$

POINT DE FLÉTRISSEMENT PERMANENT (%): contenu en eau d'un sol à partir duquel les plantes flétrissent et ne peuvent plus retrouver leur turgescence quand placées dans un milieu sombre et humide. On l'obtient approximativement en laboratoire après avoir appliqué une pression de 15 bars.

PROFONDEUR (cm): la distance entre la surface et la partie la plus profonde d'une zone ou du profil.

RESERVE UTILE (mm): quantité d'eau présente dans le sol et disponible à la plante.

RÉSERVE UTILE MAXIMALE (mm): C'est la quantité maximale d'eau disponible à la plante entre la capacité au champ et le point de flétrissement, sur la profondeur de sol qui contient les racines.

SATURATION (%): contenu en eau du sol lorque tous les pores (habituellement remplis d'air) sont saturés d'eau. Ce pourcentage s'exprime sur une base pondérale ou volumique.

ZONE: une couche de sol d'une certaine épaisseur à l'intérieur du profil.

ZONE DES RACINES: ensemble des zones ou épaisseur du profil qui contient les racines.

ANNEXE B: MESSAGE D'ERREUR

Ce fichier de normales est vide
**Action: Le nom du fichier est possiblement erroné ou le fichier se trouve sur une autre unité de lecture. Peut-être manque-t-il l'extension .NOR

DEFINIR LES CULTURES AVEC OPTION 4
**Action: Certaines options ne peuvent être choisies si les sols (option 1) et les cultures (option 4) n'ont pas encore été définis. Définir les cultures avec l'option 4.

ERREUR: Date de fin plus petite que date de debut
**Action: Vérifier les dates: le bilan ne peut commencer avant la date où la valeur initiale d'humidité du sol a été fixée (option 1) et se termine avec la dernière donnée météorologique fournie avec l'option 2.

ERREUR: date doit etre superieure a 04/01
ERREUR: date doit etre inferieure a 10/31
**Action: le logiciel fonctionne du ler avril au 31 octobre. Ces dates peuvent être modifiées dans le programme source seulement.

ERREUR: la capacite au champ doit etre inferieure a la valeur d'eau a saturation
**Action: Réentrer la valeur à saturation et la capacité au champ. La saturation est toujours supérieure à la capacité au champ; c'est la plus grande valeur d'humidité du sol que le logiciel peut calculer.

ERREUR: la profondeur doit etre superieure a
**Action: Quand 2 zones ou plus sont définies, le numéro de zone le plus élevé correspond à la zone la plus profonde. Les zones sont décrites en termes de profondeur et non d'épaisseur.

ERREUR: la temp. maximum doit etre plus grande que la temp. minimum
**Action: Vérifier les températures. La température maximale doit être supérieure à la température minimale.

ERREUR: le point de fletrissement doit etre inferieure a la capacite au champ
**Action: Réentrer la capacité au champ et le point de flétrissement. Cette dernière est la plus petite valeur d'humidité du sol que le logiciel peut calculer.

ERREUR sur radiation globale
**Action: La valeur de radiation globale est inférieure à 0 ou supérieure à 1200 cal-gm/jour. La valeur de ETP calculée sera sous-évaluée. Fournir un fichier de normales adéquat avec l'option 0 ou le logiciel CONVERT.

Faut-il changer le site ?? pour le site ? (o/N)?
**Action: le nom d'un site semble ambigu. Le logiciel demande une confirmation. La réponse par défaut est: aucun changement de site.

FAUTIF: ?.INI
BASIC A-T-IL ETE CONFIGURE POUR OUVRIR 4 FICHIERS?
**Action: Une erreur a été détectée lors de l'initialisation des champs (option 1). Vérifier si votre BASIC peut ouvrir 4 fichiers en même temps.

FICHIER FAUTIF: ?.IRR
**Action: Une erreur a été détectée à l'ouverture du fichier d'irrigation. Vérifier le nom du site.

FICHIER FAUTIF: ?.PHE
**Action: Une erreur a été détectée à l'ouverture du fichier de phénologie. Vérifier le nom du site.

Fichier vide
**Action: il n'y a eu aucune information supplémentaire enregistrée avec l'option 6.

Fournir le fichier de normales.
**Action: Fournir avec l'option 0, le fichier de normales. Ce fichier inclut les valeurs de rayonnement global au sommet de l'atmosphère qui sont utilisées par le logiciel dans le calcul de l'évapotranspiration potentielle quotidienne (ETP). La valeur de ETP calculée est sous-évaluée.

INITIALISEZ AVEC OPTION 1
**Action: Certaines options ne peuvent être choisies si les sols (option 1) et les cultures (option 4) n'ont pas encore été définis. Définir les champs et les sols avec l'option 1.

Le fichier de normales est manquant
La date de la prochaine irrigation ne pourra etre estimee.
**Action: trouver la station climatique la plus près du site à l'aide de l'annexe C et utiliser l'option 0.

Le fichier de normales n'est pas defini. Pas de prevision possible
**Action: Les prévisions d'irrigation sont basées sur des moyennes qui se trouvent dans le fichier des normales. Pour obtenir ces prévisions, définir le fichier des normales avec l'option 0.

Les coefficients des cultures et les donnees observees d'humidite du sol deja entrees seront affectees par ce changement..!
Verifier avec les options 4 et 5.
**Action: Le nombre de zones vient d'être modifié. Les coefficients des cultures doivent être redéfinis pour chaque zone puisqu'en modifiant le profil, on modifie leurs distributions. Vérifier avec l'option 4. Les valeurs observées d'humidité du sol sont aussi basées sur une répartition par zone. Vérifier avec l'option 5.

NOMBRE DE CHAMPS PERMIS:
**Action: le nombre maximum de champs par site est limité. Créer un autre site.

NOMBRE MAXIMUM DE CHAMPS DEFINI:
**Action: vous essayez d'accéder à un champ qui n'a pas été défini avec l'option 1. Vérifier le numéro du champ ou définir ce champ au préalable.

Option invalide
**Action: Pour choisir une option, entrer un chiffre entre 0 et 7

—> verifier la date du stade:
**Action: vérifier avec l'option 4 si toutes les dates de stades sont valides. Tous les stades doivent avoir une date même si cette date est estimée.

ANNEXE C: LISTE DES STATIONS DISPONIBLES

QUEBEC: 1974-1984

Nom du fichier	Nom de la station	Numero	Latitude	Region
Q01CAPLA	CAPLAN	7051120	48.10	1
Q01AMQUI	AMQUI	7050140	48.51	1
Q01NDULA	N.D.DU LAC	7055675	47.61	1
Q01LAPOC	LA POCATIERE	7054095	47.35	1
Q01MONTJ	MONT-JOLI	7055120	48.61	1
Q01TPIST	T PISTOLES	7058560	48.15	1
Q01STARS	ST ARSENE	7056890	47.93	1
Q01LADRI	LADRIERE	705LG09	48.25	1
Q01STCLE	ST-CLEMENT	7057024	47.91	1
Q01BDSAB	B D SABLES	7050MM5	48.71	1
Q01STGAB	ST GABRIEL	7057269	48.48	1
Q02STAUG	ST AUGUSTIN	7016900	46.73	2
Q02DESCH	DESCHAMBAULT	7011982	46.66	2
Q02QUEBE	QUEBEC A	7016294	46.80	2
Q02MONTM	MONTMAGNY	7055210	46.96	2
Q02STECA	SE CATHERINE	7016932	46.85	2
Q02STFRA	ST-FRANCOIS	704GBFF	46.98	2
Q02BAIES	BAIE ST-PAUL	7040446	47.43	2
Q02STFLA	ST-FLAVIEN	7027259	46.48	2
Q02STALB	ST-ALBAN	7016800	46.71	2
Q02LASAB	L A SABLES	701LEEH	46.86	2
Q02STMIC	ST-MICHEL	7057567	46.83	2
Q02BEAUS	BEAUSEJOUR	7020567	46.66	2
Q02CHATR	CHATO RICHER	7041330	46.96	2
Q03FRAMP	FRAMPTON	7022553	46.43	3
Q03STPRO	ST-PROSPER	7027660	46.21	3
Q03STEPH	ST-EPHREM	7027200	46.06	3
Q03SCOTT	SCOTT	7027840	46.50	3
Q04NICOL	NICOLET	7025440	46.21	4
Q04STGUI	ST-GUILLAUME	7027302	45.88	4
Q04VICTO	VICTORIAVILL	7028720	46.05	4
Q04STWEN	ST-WENCESLAS	7027783	46.16	4
Q04PIERR	PIERREVILLE	7026043	46.08	4
Q05LENNO	LENNOXVILLE	7024280	45.36	5
Q05SHERB	SHERBROOKE	7028124	45.43	5
Q05BROME	BROME	7020840	45.18	5
Q05COATI	COATICOOK	7021840	45.15	5
Q05RICHM	RICHMOND	7026465	45.63	5
Q05BISHO	BISHOPTON	7020800	45.58	5
Q06STHYA	ST-HYACINTHE	7027361	45.61	6
Q06STHUB	ST-HUBERT	7027320	45.51	6
Q06FARNH	FARNHAM	7022320	45.30	6
Q06ROUGE	ROUGEMENT	7026700	45.43	6
Q06STNAZ	ST-NAZAIRE	7027588	45.75	6
Q06SABRE	SABREVOIS	7026734	45.21	6
Q06STAMA	ST-AMABLE	7026818	45.66	6
Q06MARIE	MARIEVILLE	7024627	45.41	6

Nom du fichier	Nom de la station	Numero	Latitude	Region
Q06FLEUR	FLEURY	7022375	45.80	6
Q06STEMA	SE-MADELEINE	7027517	45.61	6
Q07STEMA	STE-MARTINE	7027540	45.25	7
Q07COTDU	COTO DU LAC	7011947	45.31	7
Q07STANI	ST-ANICET	7026836	45.13	7
Q07STECL	SE-CLOTHILDE	7027040	45.21	7
Q07STBER	ST-BERNARD	7026916	45.01	7
Q07HUNTI	HUNTINGDON	7023240	45.05	7
Q08LACHU	LACHUTE	7033650	45.65	8
Q08SHAWV	SHAWVILLE	7038040	45.60	8
Q08WAKEF	WAKEFIELD	7038835	45.60	8
Q08SHEEN	SHEENBORE	7038080	45.96	8
Q08PETAW	PETAWAWA	6106398	45.95	8
Q08ANGER	ANGERS	7030170	45.55	8
Q08NDPAI	N.D. PAIX	7035666	45.81	8
Q08CHART	CHARTERIS	7031315	45.70	8
Q08LUSKV	LUSKVILLE	7034365	45.53	8
Q08MONTE	MONTEBELLO	7035109	45.65	8
Q08MONTL	MONT-LAURIER	7035160	46.55	8
Q08MANIW	MANIWAKI	7034480	46.38	8
Q08NOMIN	NOMININGUE	7035520	46.38	8
Q09VILLE	VILLE-MARIE	7088760	47.40	9
Q09AMOS	AMOS	7090120	48.56	9
Q09LASAR	LA SARRE	7094120	48.78	9
Q09REMIG	REMIGNY	7086460	47.75	9
Q09VALDO	VAL D'OR	7098600	48.06	9
Q09EARLT	EARLTON	6072225	47.70	9
Q10LASSO	L'ASSOMPTION	7014160	45.81	10
Q10STBEN	ST-BENOIT	7016906	45.56	10
Q10STJAC	ST-JACQUES	7017380	45.96	10
Q10BERTH	BERTHIERVILL	7010720	46.05	10
Q10STEBE	STE-BEATRIX	7016902	46.20	10
Q10MONTR	MONTREAL INT	7025250	45.46	10
Q10MIRAB	MIRABEL	7035290	45.68	10
Q10STEEL	SE-ELIZABETH	7017148	46.06	10
Q11STNAR	ST-NARCISSE	7017585	46.53	11
Q11LAPER	LA PERADE	7016840	46.58	11
Q11LOUIS	LOUISEVILLE	7014332	46.28	11
Q11STHCA	S TH CAXTON	7017757	46.36	11
Q11CHAMP	CHAMPLAIN	7011290	46.46	11
Q12ROBER	ROBERVAL	7066685	48.51	12
Q12NORMA	NORMANDIN	7065640	48.85	12
Q12PERIB	PERIBONKA	7065960	48.76	12
Q12BAGOT	BAGOTVILLE	7060400	48.33	12
Q12STAMB	ST-AMBROISE	7066820	48.56	12
Q12LACST	LAC SE-CROIX	7063690	48.41	12
Q12STPRI	ST-PRIME	7067658	48.60	12
Q12BAIEC	BAIE COMEAU	7040440	49.13	12
Q12LESBU	LES BUISSONS	7044288	49.10	12
Q13OTTAW	OTTAWA	6106000	45.31	13
Q13KEMPT	KEMPTVILLE	6104025	45.00	13
Q13AVONM	AVONMORE	6100398	45.16	13

QUEBEC

Nom du fichier	Nom de la station	Numero	Latitude	Region
Q13DALHM	DALHOU MILLS	6101958	45.31	13
Q13GLENG	GLEN GORDON	6102832	45.16	13
Q13CHEST	CHESTERVILLE	6101500	45.10	13
Q13MORRI	MORRISBURG	6105460	44.91	13
Q13RUSSE	RUSSEL	6107247	45.25	13

NOUVEAU-BRUNSWICK

Nom du fichier	Nom de la station	Période	Latitude
NBRBATHU	BATHURST	1956-85	47.62
NBRBUCTO	BUCTOUCHE	1965-85	46.45
NBRFREDE	FREDERICTON	1956-85	45.93
NBRGRAND	GRAND FALLS DRUMM	1956-85	47.01
NBRMONCT	MONCTON	1956-85	46.12
NBRSUSSE	SUSSEX	1956-85	45.73
NBRWOODS	WOODSTOCK	1956-85	46.16

TERRE-NEUVE

NFLDEERL	DEER LAKE	1956-85	49.18
NFLGOOSE	GOOSE	1956-85	53.31
NFLGRAND	GRAND FALLS	1956-85	48.96
NFLSTEPH	STEPHENVILLE	1956-85	48.53
NFLSTJOH	ST.JOHN'S WEST	1956-85	47.51

ILE-DU-PRINCE-EDOUARD

PEICHARL	CHARLOTTETOWN	1956-85	46.29
PEIEASTB	EAST BALTIC	1971-85	46.45
PEISUMME	SUMMERSIDE	1956-85	46.45
PEITIGNI	TIGNISH	1971-85	46.97

NOUVELLE-ECOSSE

NSCCLARE	CLARENCE	1958-85	44.93
NSCGREEN	GREENWOOD	1956-85	44.99
NSCKENTV	KENTVILLE	1956-85	45.07
NSCPUGWA	PUGWASH	1974-85	45.85
NSCSHEFF	SHEFFIELD MILLS	1956-85	45.14
NSCSYDNE	SYDNEY	1956-85	46.18
NSCTRURO	TRURO	1956-85	45.38
NSCYARMO	YARMOUTH	1956-85	43.85

Nom du fichier	Nom de la station	Latitude	Période
ONTATIKO	Atikokan	48.75	72-86
ONTBELLE	Belleville	44.16	72-86
ONTBRADF	Bradford Muck Research	44.11	74-86
ONTBROCK	Brockville PCC	44.60	72-86
ONTBRUCE	Brucefield	43.55	72-86
ONTCHAPL	Chapleau A	47.83	72-86
ONTCHATS	Chats Falls	45.46	72-86
ONTCOCHR	Cochrane	49.06	72-86
ONTCORNW	Cornwall	45.03	72-86
ONTDELHI	Delhi CDA	42.86	72-86
ONTDORSE	Dorset MOE	45.16	72-86
ONTDURHA	Durham	44.21	79-86
ONTEARLT	Earlton A	47.70	72-86
ONTFORTF	Fort Frances	48.55	72-86
ONTGUELP	Guelph Arboretum	43.55	75-86
ONTHAMIL	Hamilton RBG	43.28	72-86
ONTHARRO	Harrow CDA	42.03	72-86
ONTHORNE	Horne Payne	49.23	71-85
ONTHUNTS	Huntsville WPCP	45.31	72-86
ONTISLAN	Island Falls 49	49.58	72-86
ONTKAPUS	Kapuskasins CDA	49.40	72-86
ONTKEMPT	Kemptville	45.00	72-86
ONTKINGS	Kingston A	44.21	72-86
ONTLONDO	London A	43.03	72-86
ONTMADAW	Madawaska	45.50	72-86
ONTMORRI	Morrisburg	44.91	72-86
ONTNEWLI	New Liskeard	47.50	72-86
ONTNORBA	North Bay A	46.35	72-86
ONTOTTWA	Ottawa CDA	45.38	72-86
ONTPETAW	Petawawa Forest	46.00	72-86
ONTPETER	Peterborough A	44.23	72-86
ONTPICKE	Pickering Audley	43.90	71-85
ONTREDIC	Redickville	44.23	71-85
ONTRIDGE	Ridgetown	42.45	72-86
ONTSARNI	Sarnia A	43.00	72-86
ONTSAULT	Sault Ste-Marie 2	46.53	72-86
ONTSIMCO	Simcoe	42.85	72-86
ONTSMITH	Smithfield CDA	44.08	72-86
ONTSTCAT	St Catharines A	43.20	72-86
ONTSTTHO	St Thomas WPCP	42.76	72-86
ONTSTWIL	St Williams	42.70	72-86
ONTSUDBU	Sudbury A	46.48	72-86
ONTTHUND	Thunderbay A	48.36	72-86
ONTTORON	Toronto	43.66	72-86
ONTTRENT	Trenton A	44.11	72-86
ONTVINEL	Vineland Stn	43.18	72-86
ONTWELLA	Welland	43.00	72-86
ONTWIART	Wiarton A	44.75	72-86
ONTWOODL	Woodslee	42.21	72-86
ONTWOODS	Woodstock	43.13	72-86

Nom du fichier	Nom de la station	Latitude
ALBERTA: 1972-1986		
ALBBROOK	Brooks AHRC	50.55
ALBCALGA	Calgary A.	51.11
ALBCORON	Coronation	52.47
ALBLACOM	Lacombe CDA	49.64
ALBLETHB	Lethbridge CDA	50.01
ALBMEDIC	Medicine Hat A.	49.51
ALBPINCH	Pincher Creek A.	53.49
ALBVEGRE	Vegreville CDA	
COLOMBIE-BRITANNIQUE: 1972-1986		
BRCAGASS	Agassiz CDA	49.25
BRCKAMLO	Kamloops A.	50.71
BRCPRINC	Princeton A.	49.17
BRCQUESN	Quesnel A.	53.03
BRCSAANI	Saanichton CDA	48.62
BRCSUMME	Summerland CDA	49.57
BRCVANCO	Vancouver A.	49.19
BRCVICTO	Victoria A.	48.66
MANITOBA: 1972-1986		
MANBRAND	Brandon CDA	49.93
MANDAUPH	Dauphin A.	51.11
MANGIMLI	Gimli	50.62
MANMORDE	Morden CDA	49.19
MANPILOT	Pilot Mound Point	49.21
MANPORTA	Portage A.	49.91
MANRUSSE	Russell	50.77
MANSWANR	Swan River	52.12
MANWINNI	Winnipeg A.	49.91
SASKATCHEWAN: 1972-1986		
SASESTEV	Estevana	49.07
SASINDIA	Indian Head CDA	50.53
SASKINDE	Kindersly A.	51.47
SASMAPLE	Maple Creek North	50.00
SASMOOSE	Moose Jaw A.	50.35
SASMOOSO	Moosomin	50.16
SASREGIN	Regina CDA	50.41
SASSASKA	Saskatoon SRC	52.18
SASSCOTT	Scott CDA	52.38
SASSTRAS	Strastourg	51.07
SASSWFTC	Swift Current CDA	50.27

ANNEXE D: STRUCTURE DES FICHIERS

Le programme utilise 8 fichiers dont 3 séquentiels et 5 à accès direct. Au cours de l'exécution, il y aura au maximum 4 fichiers d'ouverts en même temps. Les fichiers séquentiels peuvent être modifiés avec un éditeur.

Nom du fichier	Type	Option à choisir	Description
Site.NOR	Direct	0	Normales
Site.MET	Direct	2	Données
Site.SOL	Direct	1	Sols
Site.INI	Séquentiel	1	Divers
Site.IRR	Séquentiel	3	Irrigation
Site.PHE	Séquentiel	4	Phénologie
Site.SUP	Direct	6	Commentaires
Site.C1	Direct	5	Humidité du sol

Nous allons maintenant décrire chaque fichier.

D.1 Fichier des normales Site.NOR

Le fichier est fourni sur une disquette supplémentaire. Il contient les normales pour la station climatologique la plus près. Le premier enregistrement contient les données au 1 avril et ainsi de suite jusqu'au 31 octobre. Chaque enregistrement contient l'information suivante:

Qo (1-7) : radiation globale théorique au sommet de l'atmosphère en g-cal/cm2/jour
EP (8-14) : évapotranspiration potentielle moyenne en mm
TX (15-21): température maximale moyenne en Celsius
TN (22-28): température minimale moyenne en Celsius
(29-35): espace libre

La variable Qo est utilisée lors du calcul de l'évapotranspiration quotidienne potentielle. La variable EP est utilisée dans l'estimation du nombre de jours avant qu'une irrigation ne soit requise. L'option 0 peut servir à définir un fichier de normales pour chaque site.

D.2 Fichier météorologique Site.MET

Ce fichier doit être mis à jour (option 2) par l'utilisateur au moins une fois avant la première exécution du bilan. Lorsqu'on débute une nouvelle saison de croissance, le fichier de l'année précédente devrait être sauvé sous un autre nom (par exemple, COPY Site.MET MET85.DAT va sauver les données météo de 1985 sur le fichier MET85.DAT). On peut simuler les conditions de la semaine suivante en utilisant soit les moyennes (fournies sur Site.NOR) ou soit les données de l'année précédente.

Le premier enregistrement contient les données météorologiques au ler avril et ainsi de suite. Chaque enregistrement est organisé de la façon suivante:

TX (1-7) : température maximale quotidienne relevé à la ferme en Celsius.
TN (8-14) : température minimale relevée à la ferme en Celsius.
PR (15-21): précipitation quotidienne en mm relevée à la ferme.
ETP (22-28): évapotranspiration potentielle quotidienne calculée par le programme.

Les variables TX et TN sont utilisées avec Qo du fichier des normales pour le calcul de ETP. La variable ETP permet d'estimer la quantité d'eau transpirée par la plante et évaporée par le sol. La variable PR permet de connaître les apports d'eau au sol.

D.3 Fichier des données d'irrigation Site.IRR

Ce fichier doit être mis-à-jour (option 3) par l'utilisateur à chaque irrigation. Il doit être recrée à nouveau à chaque saison de croissance. On peut toutefois sauver sous un autre nom le fichier de l'année précédente.

Il s'agit d'un fichier séquentiel. Sur un enregistrement, on retrouve l'information suivante: IC, IJ, IR

IC: le numéro du champ
IJ: la journée (en nombre de jours écoulés depuis le ler avril)
IR: la quantité d'eau ajoutée en mm

champ no 1, jour 1, quantité
champ no 1, jour 2, quantité
.
.
champ no 2, jour 1, quantité
etc.

La variable IR est utilisée dans le bilan d'irrigation pour estimer les apports d'eau au sol.

D.4 Fichier des données phénologiques Site.PHE

Le fichier contient les informations relatives aux cultures. Il est séquentiel. Pour chaque champ, on retrouve dans l'ordre:

Enregistrement 1: CH$, ST%, SS (un par champ)

CH$ = nom de la culture
ST% = nombre de stades
SS = déficit critique (%/100)

Enregistrement 2: NOMK$, DP% (un par stade)

NOMK$ = nom du stade
DP% = date d'apparition du stade

Enregistrement 3: K (un par zone)

K = coefficient de la culture

Par exemple, pour un site contenant 1 champ, 2 stades et 2 zones, l'ordre sera:

enregistrement 1
" 2
3
3
2
3
3

D.5 Fichier d'initialisation Site.INI

Ce fichier est créé avec l'option 1, une fois au début de la saison. Il est séquentiel et contient l'information suivante:

Enregistrement 1: IA%, NC%

IA%: année en cours. Utilisé lors de l'impression du bilan
NC%: nombre de champs à gérer. Maximum = 5. On peut changer ce maximum: voir annexe D

Enregistrement 2: N$,WC%,DD%,RM,RI,W2%,R$,VW

N$: nom du champ
WC%: nombre de couches dans le profil du champ
DD%: date d'initialisation du bilan pour ce champ; c'est la date pour laquelle, on fournit une valeur initiale d'humidité du sol
RM : réserve utile maximale pour le profil du champ
RI : réserve utile actuelle (date DD%) pour le profil du champ.
W2%: nombre de couches (+1) drainées la 1ère journée qui suit une pluie ou l'irrigation.
R$: indicateur de la présence d'une nappe d'eau (oui ou non).
VW : hauteur initiale de la nappe (en cm)

Cet enregistrement est répété pour chaque champ. On doit donc avoir NC% fois l'enregistrement 2.

Enregistrement 3: WG(7)
Paramètres fixes de drainage:

WG(1): quantité maximale d'eau en mm drainée entre la surface et la première couche de drainage
WG(2): quantité maximale d'eau en mm drainée entre la lière couche et la seconde couche de drainage
WG(3): quantité maximale d'eau en mm drainée par percolation et qui quitte la zone des racines.
WG(4): taux de drainage entre les 2 couches (fixé à 1)
WG(5): coefficient de ruissellement/drainage
WG(6): écoulement latéral en mm pour la nappe d'eau
WG(7): capacité du réservoir sous la zone des racines s'il y a nappe d'eau seulement

L'enregistrement 3 se répète sept fois pour chaque champ.

L'ordre des enregistrements est le suivant:

Enregistrement 1
Enregistrement 2, champ 1
Enregistrement 3, champ 1 (7 fois)
Enregistrement 2, champ 2
Enregistrement 3, champ 2
Etc.

D.6 Fichier des caractéristiques de sol Site.SOL

Ce fichier à accès direct est créé avec l'option 1. Chaque enregistrement refère à une couche du profil et se répète pour chaque champ.

WP (1- 7): profondeur de la couche en cm
WX (8-14): % d'eau à saturation de la couche
WA (15-21): capacité au champ (%) pour la couche
WW (22-28): point de flétrissement permanent (%) pour la couche
WH (29-35): eau du sol (%), valeur actuelle
ZR (36-42): paramètre de sol
ZM,ZN,ZH (43-57): fixé à 1,0,0. Effet linéaire du sol.

L'ordre est le suivant:

champ 1, couche 1
champ 1, couche 2
.
champ 1, couche 6
champ 2, couche 1
.
champ 2, couche 6
etc.

D.7 Fichier supplémentaire Site.SUP

Ce fichier sert à collecter toute information supplémentaire qui pourrait être utilisée pour corriger et améliorer le programme. C'est un fichier à accès direct qui n'est pas utilisé par le programme pour ses calculs.

Il est codé ainsi:

Clé (1-3)	:	indicatif d'enregistrement pour la date
Information (4-73)	:	l'information proprement dite

Chaque enregistrement correspond à une journée.

D.8 Fichier des valeurs mesurées d'humidité du sol

Dans ce fichier, le programme conserve les valeurs d'humidité du sol mesurées au champ. Il existe autant de fichiers qu'il y a de champs où des mesures ont été prises.

Ce type de fichier est à accès direct. Il est utilisé par le programme pour s'auto-corriger.

Chaque enregistrement contient 2 informations: l'humidité du sol mesurée et une clé. L'ordre des enregistrements est le suivant:

Jour 1, zone 1
Jour 1, zone 2
.
.
Jour 2, zone 1
.
.
.

D.9 Fichier d'archivage d'Agriculture Canada

Ce fichier est utilisé par le logiciel CONVERT pour:

- convertir un fichier météo en fichier de type D.2
- convertir un fichier de type D.2 en fichier de type D.9
- calculer et créer un fichier de normales de type D.1.

Chaque enregistrement séquentiel contient l'information suivante:

station	(1-7)	- pas utilisé, pour archivage
année	(8-9)	- pas utilisé, pour archivage
mois	(10-11)	- mois
jour	(12-13)	- jour
Tmax	(14-17)	- température quotidienne maximum
Tmin	(18-21)	- température quotidienne minimum
	(22-29)	- pas utilisé
Prec	(30-33)	- précipitation totale quotidienne
Pe	(45-48)	- évapotranspiration potentielle.

ANNEXE E: GESTION DES FICHIERS AVEC "CONVERT"

Le logiciel CONVERT permet d'effectuer des conversions de format sur des fichiers contenant des informations météorologiques. Deux formats sont possibles:

- le format ASCII: code standard, utilisable par d'autres logiciels et affichable directement à l'écran.
- le format IRRIGUE (MBF): code binaire agencé selon les modes de lecture/écriture définis dans le logiciel IRRIGUE. Décrit à l'annexe D.1 et D.2.

Le logiciel peut être utilisé, par exemple, pour:

- convertir en format IRRIGUE des fichiers météorologiques déjà existant en code ASCII;
- convertir les fichiers créés pour un site avec IRRIGUE au cours d'une saison;
- créer un fichier de normales (site.NOR) pour IRRIGUE à partir de fichiers de données météorologiques ASCII enregistrées à la ferme;
- lire les fichiers de données météorologiques (site.MET) et de normales (site.NOR) utilisés par IRRIGUE.

La figure E.1 résume les options possibles et les programmes qui y sont reliés.

Le logiciel CONVERT a été compilé sur un micro-ordinateur compatible IBM-PC en utilisant MICROSOFT QUICK BASIC compiler version 4.0. Il requiert les 9 programmes qui apparaissent à la figure E.1.

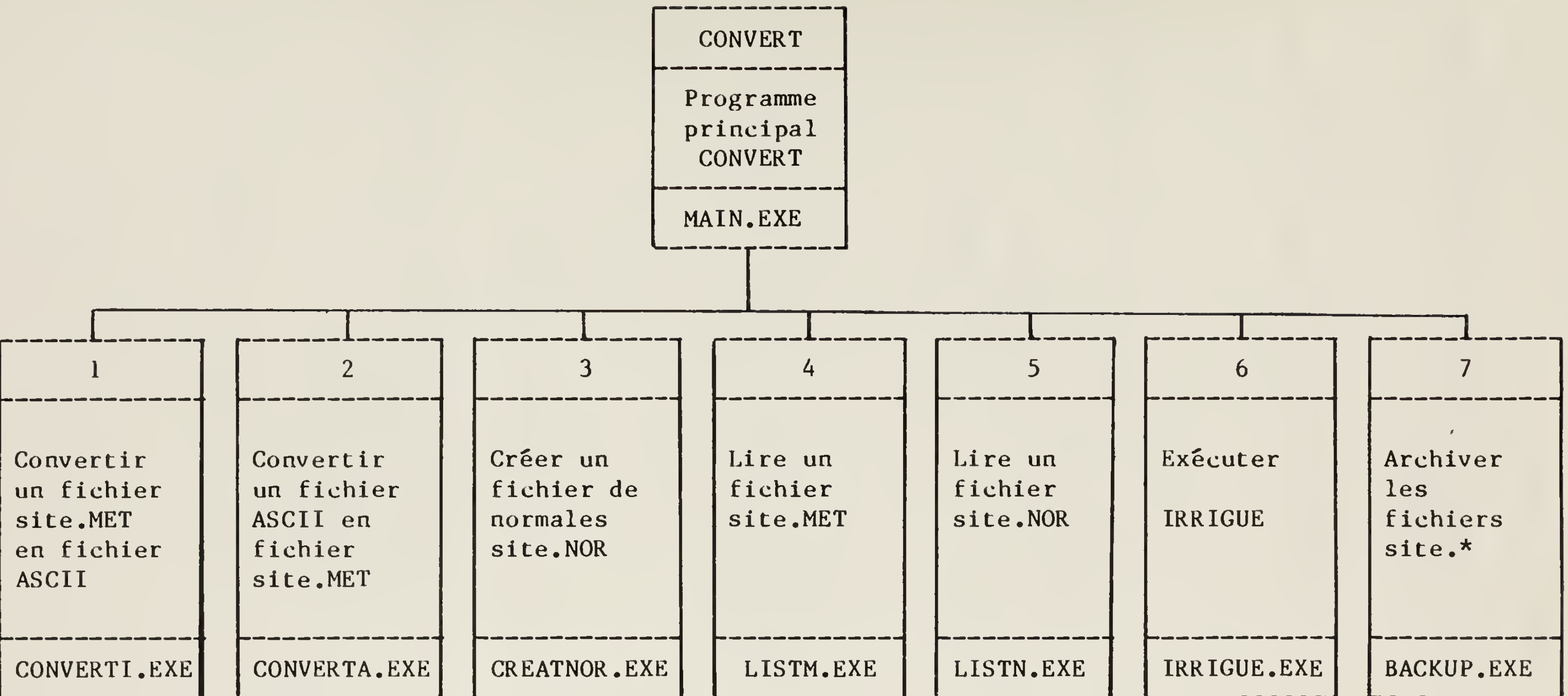


Figure E.1: Organisation des programmes et options possible.

Utilisation du logiciel

Pour exécuter le logiciel CONVERT, on tape:

```
A > CONVERT
```

Le logiciel peut fonctionner en anglais ou en français. La langue d'usage est définie seulement une fois, lors de la première utilisation du logiciel.

Le système répond en affichant:

```
Agriculture Canada
Irrigate Files Management System/
Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue

Indicate the language of your choice (E OR F)
Indiquer la langue de votre choix    (E OU F)

?
```

Pour obtenir la version française, on tape F. Le logiciel crée alors le fichier LANGUAGE.DAT. Ce fichier sera utilisé lors des exécutions ultérieures de CONVERT. La langue par défaut est le français.

Lorsque la langue est définie, le menu des options possibles s'affiche.

```
Agriculture Canada
Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue
Menu Principal

1. Convertir un fichier meteorologique Irrigue en format ASCII
2. Convertir un fichier meteorologique ASCII en format Irrigue
3. Creer un fichier de normales Irrigue
4. Lire les donnees meteorologique Irrigue
5. Lire les donnees normales Irrigue
6. Executer Irrigue
7. Faire une copie de securite des fichiers Irrigue
8. Terminer

Indiquer votre choix : ?
```

Taper le chiffre se référant à l'option choisie.

On termine en tapant un retour de chariot ou l'option 8.

Chaque option sera expliquée en détail sauf l'option 6 qui est documentée dans la deuxième partie du Manuel.

OPTION 1: Convertir un fichier météorologique IRRIGUE (.MET) en fichier ASCII

Avec cette option, on crée un fichier en code ASCII à partir d'un fichier IRRIGUE (site.MET). Le nouveau fichier est créé selon le format décrit à l'annexe D.9 ou selon le format défini par l'usager. Ce fichier ASCII peut être utilisé ensuite pour créer un fichier de normales avec l'option 3.

Lorsque l'option 1 est choisie, le système affiche:

```
                    Agriculture Canada
          Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue
      Convertir fichier meteorologique Irrigue en format ASCII

 Nom du fichier meteorologique Irrigue a lire: ? FERME.MET ↵
```

On répond en tapant le nom d'un fichier IRRIGUE. Ce fichier a habituellement l'extension .MET et a été créé avec IRRIGUE.

Taper ↵ pour revenir au menu principal.

Si le fichier n'existe pas, un message sera affiché:

```
              Pas trouve le fichier: ferme.met
```

Il faut alors entrer le nom correctement. Ensuite le système demande de taper le nom du fichier à créer en ASCII.

```
  Nom du fichier meteorologique a creer en format ASCII : ? FERME.ASC

  Un instant  S.V.P.....
```

Le fichier créé pourra être lu avec la commande TYPE, imprimé avec PRINT ou modifié avec un éditeur.

L'usager peut soit définir le format des enregistrements de sortie ou utiliser le format par défaut (annexe D.9)

```
Choisir le format correspondant au fichier : ferme.asc

          1. Format par defaut

          2. Format a definir

             Choix : ?
```

En choisissant l'option 1, on obtient un fichier tel que décrit à l'annexe D.9. C'est le format standard d'archivage d'Agriculture Canada

Si l'option 2 est choisie, il faut indiquer au système l'ordre des paramètres (températures maximale et minimale, précipitation et évapotranspiration) ainsi que le nombre d'espaces que chacun d'eux occupe dans l'enregistrement.

```
TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 1  ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 8  ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 15 ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

ETP : Position du champ dans l'enregistrement
ou si le champ est manquant taper ↵
```

Une donnée manquante apparait commme 999 à la sortie.

Le menu principal s'affiche à nouveau.

OPTION 2: Convertir un fichier météorologique ASCII en fichier IRRIGUE (.MET)

Avec cette option, on convertit un fichier ASCII déjà existant en un fichier binaire utilisable par IRRIGUE. Le fichier ASCII peut avoir le format décrit à l'annexe D.9, un format défini par l'usager ou avoir été créé à partir de l'option 1. Lorsque l'évapotranspiration potentielle est manquante, le programme l'estime à partir de la latitude du site et des températures maximales et minimales.

Le système affiche le message suivant:

```
                    Agriculture Canada
          Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue
       Convertir un fichier meteo ASCII en format Irrigue


    Latitude du site (deg. min) : ? 45.4 ↵

    Taper ↵  pour revenir au menu principal

    Un instant S.V.P......
```

La latitude est requise pour estimer la radiation globale théorique au sommet de l'atmosphère. Cette donnée est utilisée dans le calcul de l'évapotranspiration potentielle.

Taper ↵ pour revenir au menu principal.

Ensuite on fournit le nom du fichier ASCII:

```
        Nom du fichier meteo a lire : ? FERME.ASC ↵
```

Un message s'affiche si le fichier n'existe pas.

Il faut ensuite indiquer le format des enregistrements à être lu.

```
    Choisir le format correspondant au fichier : ferme.asc

           1. Format par defaut

           2. Format a definir

              Choix : ?
```

Lorsqu'il choisit l'option 2, l'usager doit spécifier pour chaque paramètre, son emplacement exact dans l'enregistrement qui sera lu.

```
MOIS : Position du champs dans l'enregistrement
ou si le champ est manquant taper ↵   ?
```

Si le fichier ne contient pas de date (cette dernière étant déterminé par la position de l'enregistrement dans le fichier), il faut fournir la date du premier enregistrement.

```
Fournir la date de depart (par ex: mois jour = 0401) : ? 0401↵
```

Il faut ensuite indiquer l'emplacement de chaque paramètre dans l'enregistrement.

```
TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 1  ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 8  ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 15 ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

ETP : Position du champ dans l'enregistrement ?
ou si le champ est manquant taper ↵
```

Ensuite on fournit le nom du nouveau fichier avec l'extension .MET si on veut qu'il soit utilisable directement par IRRIGUE.

```
Nom du fichier meteo a creer pour Irrique : ? FERME.MET ↵

Un instant S.V.P.....
```

Une message indique la période couverte par la conversion.

```
Donnees converties du 0401 au 1031

Taper une cle pour continuer
```

Le menu principal s'affiche à nouveau.

OPTION 3: Créer un fichier de normales (.NOR) pour IRRIGUE

Cette option permet de créer un fichier de normales météorologiques qui sera utilisé par IRRIGUE pour faire des prévisions d'irrigation.

Le programme lit un ou plusieurs fichiers contenant des données météorologiques et crée un fichier IRRIGUE (.NOR). Les fichiers météorologiques peuvent être:

- des fichiers créés avec l'option 1;
- des fichiers ASCII qui suivent le format défini à l'annexe D.9.
- des fichiers ASCII avec format défini par l'usager

Chaque fichier lu ne doit pas contenir plus d'une année à la fois; cependant, un seul fichier peut être lu. Les fichiers IRRIGUE (.MET) doivent d'abord être convertis avec l'option 1.

Le programme calcule d'abord la radiation solaire globale au sommet de l'atmosphère à la latitude du site. Il utilise cette valeur et les températures maximale et minimale pour estimer l'évapotranspiration potentielle mais seulement lorsque cette dernière est manquante.

Lorsque cette option est choisie, le système affiche:

```
                    Agriculture Canada
          Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue
           Creer un fichier de Normales Irrigue

    Nom du site : ? FERME ↵
```

Pour la signification du mot 'site', voir le guide section 1.0, deuxième partie. Le fichier de normale est créé en ajoutant l'extension .NOR au nom du site (site.NOR).

La latitude du site est requise ensuite pour le calcul des données de rayonnement global. La latitude est donnée en degrés, minutes; par exemple, 45 deg 30 minutes = 45.30.

```
    Latitude du site (deg. min) : ? 45.3 ↵

    Un instant S.V.P......
```

Ensuite le système demande le nom du fichier ASCII qui contient les données météorologiques. Chaque fichier contient une année à la fois.

```
Nom du fichier meteo a lire en format ASCII : ? FARMSITE.ASC
```

Le programme accepte 2 types de format pour les enregistrements de lecture.

```
Choisir le format correspondant au fichier : ferme.asc

        1. Format par defaut

        2. Format a definir

           Choix : ?
```

L'option 1 permet de lire un fichier tel que décrit à l'annexe D.9. C'est le format standard d'archivage d'Agriculture Canada.

Si l'option 2 est choisie, il faut indiquer au système l'ordre des paramètres (températures maximale et minimale, précipitation et évapotranspiration) ainsi que le nombre de colonnes que chacun d'eux occupe dans l'enregistrement.

```
MOIS : Position du champs dans l'enregistrement
ou si le champ est manquante taper ↵   ?
```

Si le fichier ne contient pas de date (cette dernière étant déterminé par la position de l'enregistrement dans le fichier), il faut fournir la date du premier enregistrement.

```
TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 1 ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 8 ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

TEMP. MAX. : Position du champ dans l'enregistrement ? 15 ↵
TEMP. MAX. : Longueur du champ ? 7 ↵

ETP : Position du champ dans l'enregistrement
ou si le champ est manquant taper ↵
```

Y a-t-il un autre fichier meteo a lire (O ou N) : ?

S'il y a d'autres fichiers, on tape O et le programme demande le nom du second fichier et ainsi de suite. La valeur par défaut est 'N' (non).

Tous les fichiers subséquents doivent avoir le même format et couvrir la même période chaque année.

Lorsqu'il n'y a plus de fichier à lire, le programme crée un fichier de normales avec l'extension .NOR.

Puis le menu principal s'affiche à nouveau.

OPTION 4: LIRE LES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES (.MET)

Cette option permet de lire un fichier IRRIGUE créé soit avec IRRIGUE ou soit avec l'option 2.

Lorsque cette option est choisie, le système affiche le message suivant:

```
                    Agriculture Canada
          Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue
           Lire Donnees Meteorologiques Irrigue

Nom du fichier meteo Irrigue a lire
Ou taper ↵  pour retourner au menu principal : ? FERME.MET
```

On fournit au programme le nom d'un fichier de type IRRIGUE. On revient au menu principal en tapant ↵ .

On peut obtenir l'affichage ou l'impression de toutes les données du fichier ou seulement une période.

```
Lire toutes les donnees - taper <*>
Lire une periode        - taper <enter>
Terminer                - taper <.> : ?
```

Lorsqu'on choisit de lire une période, le programme demande le début et la fin de la période.

```
De (par ex. 401 - 1 avril)  : ? 806 ↵

A  (par ex. 430 - 30 avril) : ? 810 ↵
```

Un fichier IRRIGUE contient des données du 1 avril au 31 octobre. S'il y a des données manquantes, elles apparaissent avec des 9999.

Puis on choisit l'affichage sur écran (e) ou l'impression sur papier (p).

```
Impression sur papier (p) ou ecran (e) : ?
```

Lorsque l'on choisit 'p', il faut s'assurer que l'imprimante est en état de fonctionner (ready). L'information fournie est: la date (jour = mois, jour), la température maximale (t.max), la température minimale (t.min), la précipitation (prec) et l'évapotranspiration potentielle (etp).

Le fichier FERME.MET contient 132 enregistrements.

jour	t.max	t.min	prec	etp
806	24.0	5.0	2.0	4.9
807	26.0	6.0	0.0	5.4
808	22.0	11.0	3.0	3.5
809	26.0	11.0	0.0	4.6
810	26.0	9.0	0.0	4.9

Fin d'impression - Taper une cle pour continuer : ?

Si l'impression excède 20 lignes, le système affiche:

Taper une cle pour continuer ou <.> pour terminer : ?

Ensuite le programme demande si l'on veut l'impression d'une autre partie du même fichier. Sinon, on tape un "." puis ↵ pour revenir au menu principal.

OPTION 5: Lire les donnêes de normale (.NOR)

Cette option permet de lire un fichier de normales utilisé par IRRIGUE ou créé avec l'option 3.

Lorsque cette option est choisie, le système affiche le message suivant:

```
                    Agriculture Canada
          Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue
              Lire Donnees Normales Irrigue

    Nom du fichier normale Irrigue a lire : FERME.NOR
    Ou taper ↵  pour retourner au menu principal : ?
```

On fournit au programme le nom d'un fichier de type IRRIGUE. On revient au menu prinicpal en tapant ↵ .

On peut obtenir l'affichage ou l'impression de toutes les données du fichier ou seulement une période.

```
    Lire toutes les donnees - taper  *>
    Lire une periode        - taper <enter>
    Terminer                - taper <.> : ?
```

Lorsqu'on lit une période, le programme demande le début et la fin de la période. Les fichiers de normales contiennent des enregistrements du ler avril au 31 octobre. Les valeurs manquantes sont égales à 9999.

```
    De (par ex. 401 - 1 avril)  : ? 401 ↵

    A  (par ex. 430 - 30 avril) : ? 402 ↵
```

Puis on choisit l'affichage sur écran (e) ou l'impression sur papier (p).

```
    Impression sur papier (p) ou ecran (e) : ?
```

Lorsqu'on choisit 'p', il faut s'assurer que l'imprimante est en état de fonctionner (ready). L'information fournit est: la date (jour = mois, jour), la radiation globale théorique au sommet de l'atmosphère (radiation), la température maximale (t.max), la température minimale (t.min), et l'évapotranspiration potentielle (etp).

Le fichier FERME.NOR contient 214 enregistrements.

jour	radiation	ept	t.max	t.min
401	667.4	0.6	3.8	-9.2
402	674.1	0.5	3.7	-7.7

Fin d'impression - Taper une cle pour continuer : ?

Si l'impression excède 20 lignes, le système affiche:

Taper un cle pour continuer ou <.> pour terminer : ?

Ensuite le programme demande si on veut l'impression d'une autre partie du même fichier. Sinon, on tape un "." puis ↵ pour revenir au menu principal.

OPTION 7: Faire une Copie de Sécurité des Fichiers Irrigue

Cette option permet de faire des copies de sécurité des fichiers utilisés par Irrigue.

```
                    Agriculture Canada
           Systeme de Gestion des Fichiers Irrigue
       Faire une copie de securite des fichiers Irrigue

   Nom du site : ? FERME

   Nouveau nom du site ou <enter> pour garder le meme : ? FERME87

   Unite d'ecriture et repertoire : ?
```

On tape ↵ s'il s'agit de la même unité de lecture. Sinon on tape, A: ou B: ou C: suivi du nom du répertoire (directory).

```
   Inserer une disquette dans l'unite.
   Taper une cle pour continuer : ? ↵
```

Pendant l'exécution de cette procédure, le système affiche le message suivant pour chaque fichier:

```
   copy FERME.INI  Ferme 87.INI
```

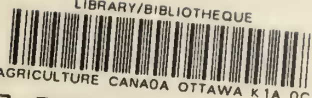
Lorsque tous les fichiers ont été copiés:

```
   Nombre de fichiers copies pour le site FERME = 9
```

Si aucun fichier n'a été copié suite à une erreur dans le nom du site, le système affiche le message:

```
   Pas trouve de fichier pour le site FERME
```

Le système ne vérifie pas s'il y a de l'espace disponible sur l'unité d'écriture. Puis le menu principal s'affiche à nouveau.


LIBRARY/BIBLIOTHEQUE
AGRICULTURE CANADA OTTAWA K1A 0C5
3 9073 00071404 0